

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Вінницький національний технічний університет
Інститут комп'ютерної інженерії, автоматизації,
робототехніки та програмування ім.П.Н.Платонова**



МАТЕРІАЛИ

**V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ
ТА СТУДЕНТІВ**

**«КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І МУЛЬТИМЕДІА
ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД
ДО КОМУНІКАЦІЇ - 2025»**

**25-26 вересня 2025 р.
ОДЕСА**

≡ ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ ≡

ПРЕЗИДІЯ

Лариса Іванченкова	Ректор Одеського національного технологічного університету, д.е.н., професор
Богдан Єгоров	Радник ректора, академік НААН України, д.т.н., професор
Ольга Ольшевська	Проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків ОНТУ, к.т.н., доцент
Тетяна Ревенюк	В.о. директора навчально-наукового інституту Комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доцент

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ

Сергій Котлик	к.т.н., доц., каф. Інформаційних технологій та кібербезпеки, ОНТУ

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ

Сергій Шестоपालов	к.т.н., доц., каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Annakaisa Kultima	University Lecturer, Department of Art and Media, Aalto University (Helsinki, Finland)
Jeanette Falk	Assistant Professor, Department of Computer Science, The Technical Faculty of IT and Design, Aalborg University in Copenhagen (Copenhagen, Denmark)
Johanna Pirker	Computer Science Professor (Games Engineering), Institute of Interactive Systems and Data Science at Graz University of Technology (Graz, Austria)
Lars Kristensen	Lecturer in media, aesthetics and storytelling, Höskolan i Skövde, (Skövde, Sweden)
Marcus Toftedahl	Project manager, Science Park Skövde (Skövde, Sweden)
Михайло Кисленко	Senior mobile developer, Ubisoft (Україна)
Олександр Романюк	зав. каф. Програмного забезпечення, ВНТУ (Україна)
Олександр Терьшин	Unity3d developer, Wear studio (Україна)
Олексій Ізвалов	регіональний координатор Global Game Jam в Східній Європі, к.т.н., доц. ЕТІ ім. Ельворті (Україна)
Павло Івасюк	Co-Founder компанії WhoAR (Україна)
Павло Ломовцев	зав. каф. Інформаційних технологій і кібербезпеки, ОНТУ (Україна)
Петро Горват	зав. каф. Комп'ютерних систем і мереж, ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (Україна)
Сергій Артеменко	зав.каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ (Україна)
Уляна Марікуца	зав. каф. Систем віртуальної реальності, Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2025 / Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 25-26 вересня 2025 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2025 р. – 505 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області розробки та просування комп'ютерних ігор, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками і спеціальностями програмного забезпечення, комп'ютерних наук, комп'ютерної інженерії, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам у сферах гейміфікації, кіберспорту, стрімінгу, віртуальної реальності, доповненої реальності, штучного інтелекту, машинного навчання, геймдизайну, саунддизайну.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку комп'ютерних ігор та мультимедіа та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Матеріали подано українською та англійською мовами.
Редактор збірника Котлик С.В.

ПЕРЕДМОВА

Сучасний світ розвивається з такою швидкістю, що навіть звичні уявлення про освіту, комунікацію та творчість змінюються просто на наших очах. Інформаційні технології стали не лише інструментом, а й середовищем життя. У цьому середовищі формується нова культура сприйняття, мислення, навчання й навіть співчуття. Одним із найпотужніших проявів цифрової культури сьогодення є комп'ютерні ігри та мультимедійні системи — універсальні засоби комунікації, навчання та самовираження.

Ігрова індустрія сьогодні — це не просто розвага, а потужна науково-технічна й культурна платформа. Її вплив охоплює освітній процес, бізнес, маркетинг, психологію, соціальні комунікації та навіть охорону здоров'я. Ігри перетворюються на засіб гейміфікації навчання, дослідження поведінкових моделей, відпрацювання стратегічного мислення, розробки інноваційних систем штучного інтелекту. Саме тому вивчення цієї сфери стало важливим науковим і педагогічним завданням.

П'ятий рік поспіль Одеський національний технологічний університет проводить Всеукраїнську науково-технічну конференцію молодих учених, аспірантів та студентів **«Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації»**, що стала важливим майданчиком для обміну ідеями між дослідниками, розробниками, викладачами, геймдизайнерами, художниками та підприємцями, які працюють у сфері цифрових технологій. З кожним роком конференція зміцнює свій статус, залучаючи учасників з різних міст України — від Харкова, Львова та Вінниці до Чернівців, Кривого Рогу, Одеси й Ужгорода. Зважаючи на воєнний стан, захід відбувся у гібридному форматі — з онлайн-повідями, віртуальними стендами та обговореннями у спільному цифровому просторі. Завдяки цьому конференція зберегла свій дух відкритості, діалогу і спільного розвитку, а для студентів стала справжньою школою академічного самовираження.

Чому конференція саме у нашому університеті? ОНТУ накопичив великий досвід проведення заходів в області Game-індустрії. Університет вже декілька разів приймав змагання світового чемпіонату зі створення комп'ютерних ігор Global Game Jam, який проводиться одночасно більше ніж у 100 країнах світу. Велика частина IT-компаній-розробників ігор зосереджені в декількох великих містах України, де є сильні технічні ЗВО: Київ, Одеса, Харків, Дніпро, Львів, Вінниця. Однак кадри для ігрової індустрії потрібно готувати - і не так багато ЗВО в Україні, які це роблять. В ОНТУ вже декілька років студенти навчаються по освітній навчальній програмі «Розробка ігор та інтерактивних медіа у віртуальній реальності», вже кілька разів у нашому університеті проводилися хакатони GameDave Open Cup Odessa, які збирали десятки зацікавлених людей. ОНТУ виступив засновником і вперше провів у 2019 році всеукраїнську студентську олімпіаду зі створення комп'ютерних ігор.

З кожним роком конференція розширює свою географію та тематику. У 2025 році до участі долучилися представники понад 75 навчальних закладів і наукових установ України. Відрадно, що на цю конференцію надіслали досить велику рекордну кількість тез доповідей – 228, своє бажання брати участь у конференції online висловили 324 учасника, від студентів та аспірантів до докторів наук. Незважаючи на молодіжний статус, у зустрічі брали участь багато маститих вчених,

серед них 18 докторів наук та 36 кандидатів наук, а також 24 аспіранта. Особливо приємно відзначити, що серед учасників — не лише студенти й аспіранти, а й учні ліцеїв, викладачі та студент коледжів, молоді фахівці ІТ-компаній. Це свідчить про розширення горизонтів конференції та її перетворення на багаторівневу платформу співпраці між освітою, бізнесом і наукою.

Особливої ваги цього року набули питання використання мультимедійних засобів для комунікації у кризових умовах, відновлення освітнього процесу в час війни, а також збереження культурної спадщини через інтерактивні платформи. Конференція продемонструвала, що ігрові технології здатні не лише розважати, а й об'єднувати, навчати, лікувати й підтримувати. Наведемо кілька прикладів доповідей та тез, які найбільше запам'яталися учасникам конференції.

Ігри давно перестали бути лише розвагою. Це — складна форма інтерактивного мистецтва, що об'єднує програмування, дизайн, психологію, філософію та педагогіку. Як показали численні доповіді учасників, сучасні дослідження у сфері геймінгу охоплюють широкий спектр питань — від створення процедурної генерації контенту у реальному часі (Д. Гончарук, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна) до використання штучного інтелекту як ігрового нарративного інструменту (А. Левкович, Київський інститут Національної гвардії України).

Цьогорічні тези переконливо довели: відеоігри — це не просто індустрія з мільярдними обігами, а лабораторія ідей, у якій народжуються нові методи навчання, терапії, управління та соціальної взаємодії. Учасники конференції підкреслювали, що гейміфікація — це вже не тренд, а природна форма сучасної освіти й менеджменту. Так, Бабенко А.Ю. (ХНУ імені В.Н. Каразіна) дослідила, як ігрові механіки підвищують мотивацію студентів до навчання, а Листопад Н.Л. (Одеський педагогічний фаховий коледж) представила результати впровадження гейміфікації як інструменту формування цифрової грамотності. Інтерес також викликає робота Соколової О.П. та Котлика С.В. (ОНТУ) - *«Гейміфікована платформа для вивчення історії промисловості через 3D-моделі та друк»*, у якій поєднано освітню історико-технологічну тематику з інноваційним підходом до інтерактивного навчання.

Однією з провідних тем цього року стала гейміфікація в освіті. Попри складні соціальні та воєнні умови, українські заклади вищої освіти демонструють дивовижну здатність до адаптації й розвитку цифрових інструментів навчання. Роботи учасників показали, як гейміфікація допомагає не лише мотивувати студентів, а й створює середовище співпраці, де навчання відбувається природно, через дію, гру й досвід. Наприклад, Андрєєв С., Андрєєва В., Гамбурян Д. у тезі *«Гейміфікація як інструмент виховання в сучасній українській освіті: переваги та ризики»* розглянули соціальний аспект геймінгу як механізму розвитку громадянської свідомості. А Грибанова С.А. (Кременчуцький льотний коледж) у своїй роботі показала, як ігрові технології формують ключові компетентності фахівців авіаційної галузі. Надзвичайно цікавим став виступ Петровського Ю.Ю. та Усиченко К.М. (ОНМедУ) про використання віртуального пацієнта як засобу розвитку клінічного мислення — яскравий приклад того, як гра стає ефективним тренажером реальних професійних навичок. Особливої уваги заслуговують роботи, що поєднали штучний інтелект із педагогічними технологіями. Ткач Т.Б. та Станков С.Л. (Національний університет «Одеська політехніка») у тезі *«Використання*

технологій штучного інтелекту в освіті: інструменти, ефективність» підкреслили роль AI як партнера викладача, здатного адаптувати навчальний процес під індивідуальні потреби здобувачів освіти.

Інша важлива частина конференції присвячена медіа та комунікації у цифровому середовищі. Молоді дослідники показали, що ігрові платформи, стрімінг і соціальні мережі стають потужними інструментами формування культури, світогляду та цінностей. Так, Снігур Т.С. та Єнгаличева А.С. (ОНТУ) у роботі *«Кіберспорт та стрімінг як нові інструменти комунікації в медіапросторі»* проаналізували, як ігрові трансляції та кібертурніри формують новий тип медійного впливу. Мельник Є.О. (Кам'яноярський ліцей) разом із колегами презентували проєкт шкільної медіастудії *«60 секунд про українське мистецтво»*, який через короткі відео популяризує українську культуру серед молоді — яскравий приклад того, як мультимедіа здатні стати частиною національної ідентичності. А робота Прижилевської Т.Є. (фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій ОНТУ) *«Кіберспорт і традиційний спорт: точки перетину та відмінності»* демонструє, що навіть спортивна культура сьогодні змінюється під впливом віртуальних технологій.

Ще один напрям конференції об'єднав науковців і практиків, які досліджують економіку ігор, монетизацію контенту, маркетинг і рекламу у нових цифрових форматах. Ігрова індустрія створює не лише продукти, а цілі екосистеми спілкування між брендом і користувачем. У збірнику представлені цікаві дослідження О.Н. Романюка, В.А. Малого та О.Й. Леська (ВНТУ) — *«Ігрова індустрія як інструмент сучасного маркетингу і реклами»*, де автори аналізують роль гейміфікації в комерційних стратегіях і медіарекламі. Не менш вагомим став матеріал Стеблевської А.Г. (Державний біотехнологічний університет) про впровадження гейміфікації в програмах лояльності торгових центрів Європи. А Міроник М.В. разом із колегою (Херсонський національний технічний університет) у роботі *«Дослідження особливостей розробки та маркетингу відеоігор»* розкрили нові можливості колаборації між бізнесом та індустрією розваг.

Технологічна секція конференції традиційно вирізняється надзвичайною насиченістю. Цьогоріч особливу увагу привернули дослідження, присвячені інтеграції AR/VR, машинного навчання, нейромереж та 3D-друку у створення нових ігрових механік. Зокрема, Вдовенко Д.О. (НУХТ) представив роботу *«Мобільні ігри з доповненою реальністю (AR): поєднання iOS ARKit і машинного навчання»*, а Безугла А.І. та Блажко О.А. (Одеська політехніка) описали унікальну методику ігровізації оздоровчих вправ із використанням фреймворку MediaPlayer. Вражаючою за креативністю стала розробка Євлаховича І.В. (ETI ім. Роберта Ельворті) — *«Вебзастосунок для перегляду та редагування 3D-моделей з інтеграцією штучного інтелекту»*.

Такі роботи свідчать про те, що Україна активно входить у глобальний простір геймдеву — не як споживач, а як творець. Наші молоді вчені мислять у тренді сучасних технологій, але при цьому залишаються оригінальними у підходах до гуманітарних і соціальних аспектів цифрового світу.

Збірник матеріалів нашої ігрової конференції, який тримає у руках читач, — це не просто каталог тез. Це зріз сучасного наукового мислення молодого покоління України, відбиття нашої здатності творити, мислити й будувати майбутнє, навіть у найскладніші часи. Ігрові технології, мультимедіа, віртуальна та доповнена

реальність, штучний інтелект — усе це вже сьогодні формує нову парадигму комунікації, де навчання, творчість і наука зливаються у єдиний інтерактивний простір.

Редакційна колегія щиро дякує всім авторам за активну участь, високий науковий рівень робіт і прагнення до інновацій. Бажаємо всім натхнення, наукових відкриттів і нових досягнень у цьому захопливому, постійно змінному цифровому світі.

Редакційна колегія

ПРОБЛЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

- 1. Освіта та наука (гейміфікація в освітніх процесах, серйозні ігри, ігрові методики викладання та тренінгів)**
- 2. Медіапростір (кіберспорт, стрімінг, соціальні мережі і гейміфікація)**
- 3. Бізнес (бізнес-моделі, монетизація, маркетинг та реклама в геймдеві, азартні ігри)**
- 4. Технологічні інновації та сучасні ігрові механіки (геймдизайн, AR/VR, IoT і взаємодія з іграми, носимі пристрої та їх роль у геймінгу)**
- 5. Дизайн, арт та анімація (дизайн рівнів, саунддизайн, візуал та арт-складова ігор, анімація)**
- 6. Штучний інтелект і машинне навчання в ігрових системах (ігровий штучний інтелект, процедурна генерація контенту, адаптивна складність ігор, AI як ігровий наративний інструмент)**

СПИСОК організацій, представники яких брали участь у роботі конференції

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of Nationals of Ukraine
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv national economic university named after semen kuznets
Kherson State University
Lviv Polytechnic National University IPMT
National University of «Kyiv-Mohyla Academy»
Smart Alpaca LLC (USA)
Відокремлений структурний підрозділ «Конотопський індустріально-педагогічний коледж Сумського державного університету»
Відокремлений структурний підрозділ «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету»
Військова академія, м.Одеса
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Вінницький національний технічний університет
Волинський національний університет імені Лесі Українки
ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технологічного університету»
ВСП Конотопський індустріально-педагогічний фаховий коледж СумДУ
Державний біотехнологічний університет
Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»
Державний податковий університет
Державний університет «Київський авіаційний інститут»
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Донбаська державна машинобудівна академія
Донецький національний університет імені Василя Стуса
Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова
Житомирський державний університет імені І.Я.Франка
Запорізький національний університет
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Інститут поліграфії та медійних технологій Національного університету «Львівська політехніка»
Інститут транспортних систем та технологій Національної академії наук України
Київський авіаційний інститут
Київський інститут Національної гвардії України
Київський інститут Національної гвардії України – центр імітаційного

моделювання
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Київський національний університет технологій та дизайну
Комунальний заклад «Харківський ліцей № 164 Харківської міської ради»
Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області
Комунальний заклад «Ліцей №24» Кам'янської міської ради
Комунальний заклад «Одеський педагогічний фаховий коледж»
Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ
Криворізький національний університет
Луцький Національний технічний університет
Миколаївський національний аграрний університет
Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет «Одеська політехніка»
Національний університет харчових технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Одеський національний медичний університет
Одеський національний морський університет
Одеський національний технологічний університет
Поліський Національний університет
Приватна наукова установа «Інститут миру і права»
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»
Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука»
Сумський національний аграрний університет
Сумський державний університет
Українська державна льотна академія
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Харківська гуманітарно-педагогічна академія
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Харківський національний університет радіоелектроніки
Херсонський національний технічний університет
Хмельницький національний університет
Центральноукраїнський інститут розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна»
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

Зміст

Розділ 1. Освіта та наука (гейміфікація в освітніх процесах, серйозні ігри, ігрові методики викладання та тренінгів)	Стор.
SIMULATION GAMES FOR RISK ASSESSMENT AND STRATEGY DEVELOPMENT IN ENSURING ORGANIZATIONAL OPERATIONAL RESILIENCE (SCENARIO BUILDING OF FAILURES, CYBERATTACKS, AND TECHNICAL DISRUPTIONS TO TEST ORGANIZATIONAL READINESS). Brynza N.O. Mazepa A.S. (Kharkiv National University of Radio Electronics)	24
ІГРОВІ МЕХАНІКИ В БАЙЄСІВСЬКІЙ МОДЕЛІ ВІДСТЕЖЕННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ. Мельник К.В. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут")	25
GAMIFICATION OF ASSESSMENT: THE ROLE OF BADGES IN THE LEARNING PROCESS. Melnyk K.V. (National technical university "Kharkiv polytechnic institute")	28
ARTIFICIAL INTELLIGENCE, GAME THEORY, GAMIFICATION AND SERIOUS GAMES AS TOOLS FOR OPTIMIZING THE EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC PROCESS. Novikova1 H.V., Denysenko1 I.V., Kharchenko1 O.O. Novikov2 A.M. (1National University of "Kyiv-Mohyla Academy", 2Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of Nationals of Ukraine)	31
NEURAL NETWORKS IN THE PREPARATION OF TEXT INFORMATION FOR PRINTING: PROSPECTS FOR USE IN THE PREPRESS STAGE. Selmenska Z.M., Sinyavsky Y.R. (Lviv Polytechnic National University IPMT)	34
INTERACTIVE TECHNOLOGIES FOR DISTANCE LEARNING. Selmenskyi R.A. (Lviv Polytechnic National University IPMT)	35
TASKS AND PROJECT MANAGEMENT FOR THE PURPOSE OF OPTIMIZING PROJECT MANAGEMENT PROCESSES. Skorin Yuri, Kondratiev Oleksandr. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	37
ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ: ОНТОЛОГІЧНИЙ, ЕПІСТЕМОЛОГІЧНИЙ ТА ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ. С.Андрєєв, В.Андрєєва, Д.Гамбурян (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	39
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИХОВАННЯ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ОСВІТІ: ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ. С. Андрєєв, О. Сторожук К. Єлізєв (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	41
ГЕЙМІФІКАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ: ЯК ІГРОВІ МЕХАНІКИ ПІДВИЩУЮТЬ МОТИВАЦІЮ СТУДЕНТІВ. Бабенко А.Ю. (Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна)	44
ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ПРИ СТВОРЕННІ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. Бевз С.В. ¹ , Бурбело С.М. ¹ , Бабійчук І.С. ² (¹ Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова, ² Вінницький національний технічний університет)	45
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ З ІСТОРІЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. Брільов Є. Ю., Стрюк А. М. (Криворізький національний університет)	47
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ – СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КЛІНІЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ. Анненкова І.П., Бурячківський Е.С., Усиченко К.М. (Одеський національний медичний університет)	50
РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСОНАЖІВ НАСТІЛЬНОЇ РОЛЬОВОЇ ГРИ ПІДЗЕМЕЛЛЯ ТА ДРАКОНІ (DND). Войдюк І.В. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті)	52
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІХ ПРОЦЕСАХ НА ПРИКЛАДІ ЗАНЯТЬ З МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ. Войтік Т.Г. Копейкіна Т.Г. (Одеський національний морський університет, Військова академія)	54
ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В КРАЇНАХ	56

СВІТУ. С.Гладченко, О.Дихан. (Військова академія, м.Одеса)	
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТІ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ АКТУАЛЬНИХ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ. Грибанова С.А., Бондаренко К.А. (Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ)	57
КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КРЕАТИВНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В УНІВЕРСИТЕТІ. Гуданич Н. М. (Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»)	60
АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ У ВИШАХ: СУЧАСНІ ТРЕНДИ. Гула Л.В. (Миколаївський Національний аграрний університет)	63
ІНТЕРАКТИВНИЙ РЕСУРС ДЕМОНСТРАЦІЇ МЕТОДИКИ ОБЧИСЛЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗАКЛАДУ ОПЕРАТИВНОЇ ПОЛІГРАФІЇ. В.Долінський. (Інститут поліграфії та медійних технологій Національного університету «Львівська політехніка»)	64
ГЕЙМІФІКОВАНІ ОСВІТНІ ПЛАТФОРМИ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ. Жидка О.В. (Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій)	67
ІГРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ: ІНТЕГРАЦІЯ КЛАСИЧНОЇ ПРОЗИ У ВІЗУАЛЬНІ НОВЕЛИ. Журба А.Є., Веретільник Т.І. (Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»)	69
СЕРІОЗНІ ІГРИ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА СУЧАСНОГО ВІЙСЬКОВОГО НАВЧАННЯ. Зінченко С.В. (Київський інститут Національної гвардії України – центр імітаційного моделювання)	71
РОЗРОБКА ВЕБ ДОДАТКУ З ЕЛЕМЕНТАМИ ІШІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ. Карчевський В.Д., Сурков К.Ю. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті)	72
ОЦІНКА МЕТОДУ ЗГЛАДЖУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАДІЄНТНОГО АНАЛІЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE. Колодій В.В., Романюк О.В. (Вінницький національний технічний університет)	74
ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ВЧИТЕЛЯ МОВНО-ЛІТЕРАТУРНОЇ ГАЛУЗІ В ЗАДАЧІ КОМПЕНСАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ ВТРАТ. Корабльов В.В., Черних В.В. (Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»)	76
ОНЛАЙН-КУРС З ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ «ТВІЙ УСПІХ» ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО КОМУНІКАЦІЇ. Косенко Ю.Г. (Сумський національний аграрний університет)	78
ФІЗИКА У ГРІ: СТВОРЕННЯ ДИНАМІЧНОГО 2D-ПЛАТФОРМЕРА НА РУШІЇ UNITY. Кривченко А.А., Джабраїлов Д.В., Залапін О.І. (Відокремлений структурний підрозділ «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету»)	79
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ СТУДЕНТІВ. Листопад Н.Л. (Комунальний заклад «Одеський педагогічний фаховий коледж».)	82
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ МУЗИКИ ДЛЯ КОРИСТУВАЧІВ БЕЗ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОФЕСІЙНОГО ДОСВІДУ. Лужанський Р., Извалов О. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті)	85
ІНТЕГРАЦІЯ СЕРІОЗНИХ ІГОР У ЕSR: МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ЕМОЦІЙНОЇ ТА ЛІНГВІСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ. Миколайчук А.І. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка)	88
РЕСТАВРАЦІЙНИЙ ПАСПОРТ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИВОПИСУ. Миколайчук А.Р. ¹ , Миколайчук В.Р. ² (¹ Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури, ² Київський національний університет імені Тараса Шевченка)	90
ІГРОВІ ПІДХОДИ У ФОРМУВАННІ СТРАТЕГІЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ	93

АВІАЦІЙНИХ МЕНЕДЖЕРІВ В УМОВАХ ДІЇ ВОЄННОГО СТАНУ. Мірошниченко І.С. (Українська державна льотна академія)	
ІНТЕРАКТИВНА ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕЙМІФІКАЦІЇ. Мочуляк Я.С., Тройніна А.С. (Національний університет «Одеська політехніка»)	95
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ГЕОГРАФІЇ: СТВОРЕННЯ ГРИ «КАРТА УКРАЇНИ». Музичка Н.С., Дашко О.С. (Комунальний заклад «Ліцей №24» Кам'янської міської ради)	98
ЦИФРОВІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ У ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ: ВПРОВАДЖЕННЯ OBSIDIAN ЯК ЗАСОБУ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗНАНЬ. Нетребенко А.О. (Київський інститут Національної гвардії України)	100
ВПЛИВ СЮЖЕТУ НА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ У ПРОЄКТУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕРАКТИВНОЇ СЮЖЕТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ 3D-ГРИ. Новохацький О. Ю., Карпенко Н. В. (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара)	103
ГЕЙМІФІКАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ: ПІДВИЩЕННЯ ЗНАНЬ ПРО УКРАЇНСЬКУ МІФОЛОГІЮ ЧЕРЕЗ ІНТЕРАКТИВНІ МЕХАНІКИ ARPG. Оніщенко Т.В., Кольченко А.С. (Національний університет «Одеська політехніка»)	105
REINFORCEMENT LEARNING ЯК ІНСТРУМЕНТ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ У ВІДЕОІГРАХ. Островський В.В., Ковальчук М.О. (Поліський Національний університет)	108
ІНТЕРАКТИВНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ. Пащенко А.С. (Харківська гуманітарно-педагогічна академія)	110
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНІЙ КУЛЬТУРІ. Пащенко А.С. (Харківська гуманітарно-педагогічна академія)	111
ВІРТУАЛЬНИЙ ПАЦІЄНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КЛІНІЧНОГО МИСЛЕННЯ. Петровський Ю.Ю., Усиченко К.М. (Одеський національний медичний університет)	113
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PRE-PRESS PREPARATION PROCESSES. Plakhtyna Z. I., Selmenska Z. M. (National University «Lviv Polytechnic» Lviv)	115
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЙМІФІКОВАНОГО ПІДХОДУ ПЛАТФОРМИ CRYPTOZOMBIES У ФОРМУВАННІ НАВИЧОК ПРОГРАМУВАННЯ НА МОВІ SOLIDITY. Прочухан Д.В. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	117
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ПОЧАТКОВОЇ ОСВІТИ. Ребров О., Андрієвська В. (Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди)	119
АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР. Рисована З.Г. ¹ , Рисований О.М. ² (¹ Комунальний заклад "Харківський ліцей № 164 Харківської міської ради", ² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	121
АЛГОРИТМИ ХЕШУВАННЯ В ІГРОВИХ ДОДАТКАХ. Рисований О.М. (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	122
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР. Романюк О.Н. ¹ , Майданюк В.П. ¹ , Котлик С.В. ² (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	124
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСОРІВ AMD. Романюк О.Н., Маценко Б.М. (Вінницький національний технічний університет)	128
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ НАВЧАННЯ. Романюк О.Н., Романюк О. В. Мельник А.В. (Вінницький національний технічний університет)	130
ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ІГРОВИХ ПЕРСОНАЖІВ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНУ СКЛАДНІСТЬ ГРИ. Романюк О.Н., Сацюк І.А. (Вінницький національний технічний університет), Котлик С.В. (Одеський національний технологічний університет)	132
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПАМ'ЯТІ. Романюк О.Н. ¹ , Стахов О. Я. ¹ , Ковальова Ю. О. ² (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Smart Alpaca LLC (США))	135

НАЙПОПУЛЯРНІШІ МАТЕМАТИЧНІ КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ. Романюк О.Н. Степанець М.В. (Вінницький національний технічний університет)	137
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ ГРИ "GEOMETRY STRIKE". Рябцев Ю.Є. (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	139
ПРОЄКТУВАННЯ ГРИ ЗА МОТИВАМИ УКРАЇНСЬКОЇ МІФОЛОГІЇ В ЖАНРІ МЕТРОЇДВАННЯ. Ряпов Р.Є., Стрюк А.М. (Криворізький національний університет)	141
IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE PROJECT MANAGEMENT METHODS BASED ON THE SCRUM METHOD. Skorin Yuri, Zhao Lina. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	144
IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE PROJECT MANAGEMENT METHODS INTO CORPORATE MANAGEMENT PRACTICE. Skorin Yuri, Sun Xiaohai. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	147
ГЕЙМІФІКОВАНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІСТОРІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЧЕРЕЗ 3D-МОДЕЛІ ТА ДРУК. Соколова О.П., Котлик С.В. (Одеський національний технологічний університет)	150
ВИКОРИСТАННЯ ІГОР-ГОЛОВОЛОМОК ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ. Солод К.А., Гетьман І.А. (Донбаська державна машинобудівна академія)	152
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕСАХ. Солощук О.О. (ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технічного університету»)	154
ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ: ІНТЕГРАЦІЯ ОНЛАЙН-ІГОР ТА СИМУЛЯЦІЙ У ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ ТА МАТЕМАТИКИ. Соменко О.О. (Центральноукраїнський інститут розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна»), Соменко Д.В. (Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка)	156
ДО ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З ПИТАНЬ ВІДПРАЦЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. Сохацький А.В, Телуєва В.С. (Інститут транспортних систем та технологій Національної академії наук України)	158
СТРУКТУРА ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ LANGCHAIN В ОСВІТІ. Спажев О.М., Ключко О.В. (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського)	160
ЦИФРОВА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПОДЯКИ ТА МОТИВАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ. Ткач Т.Б., Леухін К.О. (Національний університет «Одеська політехніка»)	161
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ: ІНСТРУМЕНТИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ. Ткач Т.Б., Станков С.Л. (Національний університет «Одеська політехніка»)	163
ВЕБ-КВЕСТ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В НАВЧАННІ ПОКАЗНИКОВИХ РІВНЯНЬ. Усевич Т.С., Фонарюк О.В. (Житомирський державний університет імені І.Я.Франка)	164
ІГРОВІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ДИСЦИПЛІН. Ушаткіна С.О. (Криворізький національний університет)	166
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В ОСВІТІ. Франчук Н.П., Вознесенський М.А. (Український державний університет імені Михайла Драгоманова)	168
ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ЯК СУЧАСНОГО МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ІТ-НАПРЯМУ. Фролов І.М. (Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»)	170
ІНТЕРАКТИВНІ МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ: ВІД AR/VR ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ. Христинець Н.А. (Луцький національний технічний університет)	173
ВІДЕОІГРИ ЯК ОСВІТНІЙ ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ГЕНДЕРНО-ІНКЛЮЗИВНОГО СВІТОГЛЯДУ: ВІД СТЕРЕОТИПІВ ДО РІВНОСТІ. Чікарькова М.Ю.	175

(Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича)	
VIBE CODING VS ТРАДИЦІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ. Шевченко І.В. (Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»)	178
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ НАВЧАННЯ МИРНОМУ ВИРІШЕННЮ КОНФЛІКТІВ (НА ПРИКЛАДІ ІГОР «МИРОТВОРЕЦЬ» ТА «ABOLISH WAR»). Шеляженко Ю.В. (Приватна наукова установа «Інститут миру і права»)	180
ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ, МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ. Шестопапов С.В., Карпукін А.А. (Одеський національний технологічний університет)	183
ЗАСОБИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ЯК СКЛАДОВА ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ. Шпинковський О.А., Шпинковська М.І. (Національний університет «Одеська політехніка»)	186
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІХ ПРОЦЕСАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРЕНАЖЕРІВ. Яворський Д.К. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)	188
Розділ 2. Медіапростір (кіберспорт, стрімінг, соціальні мережі і гейміфікація)	192
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ МУВАТІС ТА JRA ЯК ПІДХОДІВ ДО ДОСТУПУ ДО БАЗ ДАНИХ У ГЕЙМІФІКОВАНИХ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ (НА ПРИКЛАДІ DISCORD). Кіпоренко І.Є., Кательніков Д.І. (Вінницький національний технічний університет)	192
TELEGRAM BOT FOR SERVICE OF USERS OF A MEDICAL INSTITUTION. Skorin Yuri, Vasiliev Ignat. ((Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	194
ГЕНДЕРНІ СТЕРЕОТИПИ ТА УПЕРЕДЖЕННЯ У КІБЕРСПОРТІ: ІСТОРИЧНИЙ КОНТЕКСТ, СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ. С. Андрєєв, В. Андрєєва, М. Малявіна (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	196
КІБЕРСПОРТ У CS:GO: РОЗВИТОК, ВПЛИВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ. Кабаровський І.О., Романюк О.Н. (Вінницький національний технічний університет)	199
ДИЗАЙН СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ. Кудряшова А. В., Білецький Ю. О. (Національний університет «Львівська політехніка»)	200
ФЕНОМЕН КІБЕРСПОРТУ: ГРАВЦІ, ТУРНІРИ ТА ВЕЛИКІ ГРОШІ. Логоша Л.Г. Гавриленко Д.С. (Відокремлений структурний підрозділ «Конотопський індустріально-педагогічний коледж Сумського державного університету»)	203
МИСТЕЦЬКО-МЕДІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ШКІЛЬНОЇ МЕДІАСТУДІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ УКРАЇНСЬКОГО МИСТЕЦТВА В ПІДЛІТКОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ (НА ПРИКЛАДІ ПРОЄКТУ «60 СЕКУНД ПРО УКРАЇНСЬКЕ МИСТЕЦТВО»). Мельник Є.О., Пустоварова М.О. (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	206
СТРІМІНГ ЯК НОВА ФОРМА МАСОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ. Писаренко А.Р. (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна)	207
КІБЕРСПОРТ І ТРАДИЦІЙНИЙ СПОРТ: ТОЧКИ ПЕРЕТИНУ ТА ВІДМІННОСТІ. Прижилевська Т.Є., Гаврилюк Ю.О. (ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технологічного університету»)	208
ФОРМУВАННЯ МЕДІАГРАМОТНОСТІ УЧНІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА УРОКАХ ІСТОРІЇ ТА ГРОМАДЯНСЬКОЇ ОСВІТИ. Прилуцька Т.Д. (Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди)	209
FRIENDSLOP-ІГРИ ЯК МЕДІА-ФЕНОМЕН. Смірнов С.В. (Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку)	212
КІБЕРСПОРТ ТА СТІМІНГ ЯК НОВІ ІНСТРУМЕНТИ КОМУНІКАЦІЇ В МЕДІАПРОСТОРІ. Снігур Т.С., Єнгалічева А.С. (Одеський національний технологічний університет)	214

ВЕБСИСТЕМА ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ СТАТИСТИКИ ФУТБОЛЬНИХ МАТЧІВ. Тутов Д. О., Штефан Н. З. (Національний університет «Одеська політехніка»)	215
КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК РЕСУРС ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ТА СОЦІАЛІЗАЦІЇ ПІДЛІТКІВ. Г.В. Хоменко О. Є. Костюченко (ВСП Конотопський індустріально-педагогічний фаховий коледж СумДУ)	217
EVALUATING AND BENCHMARKING RESILIENT WEB3 ARCHITECTURES FOR MULTIMEDIA: STORAGE, DATA AVAILABILITY, AND SCALING. Oleksandr Khoshaba, (Vinnytsia National Technical University)	218
Розділ 3. Бізнес (бізнес-моделі, free-to-play, азартні ігри, гейміфікація в маркетингу, рекламні ігри)	223
BLOCKCHAIN AS AN INNOVATIVE TECHNOLOGY IN THE GAMING INDUSTRY: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES. Mykhailovska O.V. Rodinko M.Y. (V. N. Karazin Kharkiv National University)	223
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATED FINANCIAL RISK MANAGEMENT SYSTEMS. Skorin Yuri, Lukianchuk Sofia. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	225
USING WORDPRESS CONTENT MANAGEMENT SYSTEM TO AUTOMATE BUSINESS PROCESSES. Skorin Yuri, Simonovych Stanislav. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	227
ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОЇ РОЛЬОВОЇ ГРИ-СИМУЛЯТОРА ІТ-КОМПАНІЇ. Бондарчук М.М., Гайша О.О. (Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика)	230
ANALYSIS OF METHODS AND SOFTWARE FOR ORGANIZED PARCEL DELIVERY. Holovachov M.O., Voitko V.V., Romaniuk O.V. (Vinnytsia National Technical University)	232
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ТІК-ТОК ДЛЯ ТРАНСЛЯЦІЇ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ. Гулак Д.С., Гайша О.О. (Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика)	233
MATHEMATICAL MODELS FOR MONETIZATION OF EDUCATIONAL GAMES. Daniil Doroshenko. (Oles Honchar Dnipro National University)	235
СИСТЕМА ІНТЕРАКТИВНИХ ТІНЕЙ В ІГРАХ. Душин Б.А., Новіков Ю.С. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	236
BUSINESS MODEL OF AI MADE HYPER-CASUAL GAMES. Zhelezniak-Kranh I.O. (Taras Shevchenko National University of Kyiv)	239
ОПТИМІЗАЦІЯ СТВОРЕННЯ ВІДЕОРЕКЛАМИ ЗАВДЯКИ ШАБЛОННОМУ ПІДХОДУ В UNITY. Клепцов А.А., Гусева-Божаткіна В.А. (Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова)	241
РИНОК ПРОДАЖУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР В УКРАЇНІ: АНАЛІТИКА, ТРЕНДИ, ПЕРСПЕКТИВИ. Костенко А.В., Романюк О.Н. (Вінницький національний технічний університет)	244
СОЦІАЛЬНІ МЕРЕЖІ І ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ФОРМУВАННІ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ОРГАНІЗАЦІЇ. Кравчук О.І. Малишева П.А. (Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана)	246
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗРОБКИ ТА МАРКЕТИНГУ ВІДЕОІГОР. Міроник М.В. Хохлов В.А. (Херсонський національний технічний університет)	249
ІГРОВА ІНДУСТРІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОГО МАРКЕТИНГУ І РЕКЛАМИ. Романюк О.Н., Малий В.А., Лесько О.Й. (Вінницький національний технічний університет)	251
FORECASTING DEMAND FOR TOURIST SERVICES BY TRAVEL AGENCY INFORMATION SYSTEM. Skorin Yuri, Khusainov Mykita. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	252
ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ПРОГРАМАХ ЛОЯЛЬНОСТІ: ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ В ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТОРГОВИХ ЦЕНТРАХ. Стеблевська А.Г., Бутенко Т.А. (Державний	255

біотехнологічний університет)	
ВІЗУАЛЬНІ КОНФІГУРАТОРИ ЯК НОВА БІЗНЕС-МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ. Феденко Д.О. (Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана)	257
ПІДБІР КОМПЛЕКТУЮЧИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ГЕЙМЕРІВ ТА КОРИСТУВАЧІВ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ. Б. Щербацький. (Вінницький національний технічний університет)	259
Розділ 4. Технологічні інновації та сучасні ігрові механіки (геймдизайн, AR/VR, IoT і взаємодія з іграми, носимі пристрої та їх роль у геймінгу)	262
SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SYNTHESIZING A SEMANTIC KERNEL. Orekhov S. V., Taran P.A., Karalnik V.O. (National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute")	262
ЛОГІКО-ІМОВІРНІСНЕ ТРАЄКТОРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ (ЛІТМ) ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА QoE У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ І МУЛЬТИМЕДІА. Pryymak Nazar, Zhuk Yurii (Lviv Polytechnic National University)	265
APPLICATION OF HYBRID ENCRYPTION METHODS IN BLOCKCHAIN NETWORKS. Skorin Yuri, Artem Laktionov. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	266
USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING TO AUTOMATE USER FEEDBACK ANALYSIS. Skorin Yuri, Petrenko Bohdan. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	269
CONCEPT OF CONSTRUCTION OF AN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM BASED ON VIRTUAL COMPUTER SIMULATORS. Skorin Yuri. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	271
RAILROAD SIMULATION AS AN EDUCATIONAL GAME MODEL. Serhii Yevdokymov (Kherson State University)	274
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ У РОЗРОБЦІ ВІДЕОІГОР: ПОРІВНЯЛЬНИЙ ОГЛЯД UNREAL ENGINE ТА UNITY. С. Андреев, В. Андреева А. Трубочанінова (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	277
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ТА РОЗВИТКУ ІНКЛЮЗИВНОГО ТУРИЗМУ. С. Андреев, В. Редіна, В. Павленко (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	278
МЕТОДИКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІГРОВІЗАЦІЇ ОЗДОРОВЧИХ ВПРАВ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНИХ ШАБЛОНІВ ІГРОВИХ МЕХАНІК ТА НЕЙРОМЕРЕЖІ MEDIAPIPE. Безугла А.І., Блажко О.А. (Національний університет «Одеська політехніка»)	281
МОБІЛЬНІ ІГРИ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ (AR): ПОЄДНАННЯ IOS ARKIT І МАШИННОГО НАВЧАННЯ. Вдовенко Д.О., Сєдих О.Л. (Національний університет харчових технологій)	284
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОСТОБРОБКИ В ІГРАХ. Вітковський М.Р., Романюк О.Н. (Вінницький національний технічний університет)	286
ІШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ – ПРОРИВ У СВІТІ КОМП'ЮТЕРНИХ РОЗВАГ. Власюк Д.В. (Вінницький національний технічний університет)	287
АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ МУЛЬТИПЛЕЄРНИХ ІГРОВИХ ЗАСТОСУНКІВ. Войтко В.В., Коваленко О.О., Барчук Н.Є., Гаврилюк О.В., Зелінський В.Р. (Вінницький національний технічний університет)	290
МЕТОДИКА ІНТЕГРАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ЗI SCRATCH-РЕПОЗИТОРІЯ З МІКРОКОНТРОЛЕРОМ ARDUINO ДЛЯ БАЛАНСУЮЧИХ ДОШОК. Волков А.С., Блажко О.А. (Національний університет «Одеська політехніка»)	292
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ТА МОНЕТИЗАЦІЯ У СПЕЦІАЛІЗОВАНОМУ МОБІЛЬНОМУ ЗАСТОСУНКУ AVOCADO. Гандрибіда В.В., Войтко В.В., Черноволик Г.О. (Вінницький	295

національний технічний університет)	
ПРОПОЗИЦІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНИХ ПІДКАЗОК У ГРІ НА PYTHON З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. Глинчук Л.Я. (Волинський національний університет імені Лесі Українки)	296
АЛГОРИТМІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІГРОВОЇ ПРОГРЕСІЇ ТА МОТИВАЦІЇ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРІ АРКАДНОГО ЖАНРУ НА ПЛАТФОРМІ UNITY. Гнатюк П.В., Собко О.В., Мазурець О.В. (Хмельницький національний університет)	298
ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ КОНТЕНТУ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ. Гончарук Д.О. (Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна)	301
ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТВОРЕННЯ ІГРОВИХ СВІТІВ. Денін Б.С. (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	302
МОДЕЛЬ ІГРОВОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ СТРАТЕГІЧНОЇ 2D ГРИ ЖАНРУ SEABATTLE. Дидо Р.А., Залуцька О.О., Мазурець О.В. (Хмельницький національний університет)	304
ПРОГРАМНА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗШИРЕННЯ SFML. Дідур В.О., Кліменко В.І., Мазурець О.В. (Хмельницький Національний Університет)	306
РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ ТА РЕДАГУВАННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ З ІНТЕГРАЦІЄЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Євлахович І.В., Извалов О.В. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті)	309
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ВІДЕОТЕХНОЛОГІЇ В ТВАРИННИЦТВІ: ГЕЙМІФІКОВАНІ СИМУЛЯТОРИ НА ОСНОВІ AI ТА IoT-ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ. Журавльов М.О. (Миколаївський національний аграрний університет)	311
ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ПОЛІГОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ 3D-СЦЕН. Завальнюк Є. К. (Вінницький національний технічний університет)	311
ВИКОРИСТАННЯ НЕЛІНІЙНОСТІ СЮЖЕТУ ЯК ІГРОВОЇ МЕХАНІКИ. Завальнюк Є. К., Романюк О. Н., Сацюк І. А. (Вінницький національний технічний університет)	313
ВИКОРИСТАННЯ ОПТИМІЗОВАНИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ (MINILLM) ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНИХ АГЕНТІВ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ. Зарецький М.О, Ваценко А.В. (Сумський державний університет)	314
ЗАСТОСУВАННЯ ЧАТ-БОТІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ГРАВЦІВ ТА ПРОТИДІЇ КІБЕРБУЛІНГУ В БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ІГРАХ. Зінін М.Ю., Извалов О.В. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті)	316
ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КІБЕРБЕЗПЕКИ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ. Колоцей Д.Д. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка)	319
СУЧАСНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВЕБ-РЕСУРСІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Колоцей Ю.Д. (Державний університет «Київський авіаційний інститут»)	320
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА CRM-СИСТЕМА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМУНІКАЦІЇ З КЛІЄНТАМИ. Кондратюк О., РОМАНЮК О.В. (Вінницький національний технічний університет)	322
LEELA CHESS ZERO ЯК ПРИКЛАД РОЗВИТКУ ІГРОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ОСНОВІ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ. Костін Є. С. (Криворізький національний університет)	324
МЕТОДИ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ. Кудрявцев А.В. (Чорноморський національний університет ім. Петра Могили)	326
КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЛІКУВАННЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ ЗОРУ. Курінна Ю.М., Романюк О.Н. (Вінницький національний технічний університет)	329
ВАЖЛИВІСТЬ СИСТЕМИ ПРОГРЕСИВНОГО УСКЛАДНЕННЯ ГРИ НА ОСНОВІ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ. Кучменко К.Ю., Хохлов В.А. (Херсонський національний технічний університет)	331
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІГРОВИЙ НАРАТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ. Левкович А.В.	332

(Київський інститут Національної гвардії України)	
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОДУВАННЯ ІГРОВОГО ТРАФІКУ У СИСТЕМАХ CLOUD GAMING. Левчук К.В., Ненов О.Л. (Одеський національний технологічний університет)	334
ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ANDROID-ДОДАТКУ ДЛЯ ТРИВИМІРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ VULKAN SDK. Лопух В.В. (Луцький Національний технічний університет)	336
ІНСТРУМЕНТИ ЗБОРУ ТЕЛЕМЕТРІЇ У СЕРЕДОВИЩІ UNREAL ENGINE. Малініч П. П. (Вінницький національний технічний університет)	337
МЕТОДИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ ДАНИХ В ІГРОВИХ ДОДАТКАХ Марченко М.О., Бабаков Р.М. (Донецький національний університет імені Василя Стуса)	339
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БАЗАМИ ДАНИХ У ЗАСТОСУНКАХ РОЗШИРЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ. Миргородський А.В. (Вінницький національний технічний університет)	341
ПРОЕКТУВАННЯ, РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЧАТ-БОТУ СЕРВІСНОЇ СЛУЖБИ. Мирось Ю.О. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут")	343
КОМУНІКАЦІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ПУБЛІКАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМАХ НА БАЗІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Р. Мороз (Інститут поліграфії та медійних технологій Львівської політехніки)	344
ВІЗУАЛІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ ПРОСТОРОВИХ ФОРМ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ. Морозова М.Ю. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут")	347
ІГРОВІ МЕХАНІКИ VRET ДЛЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ. Осіпенко Н.В., Малініч П.П., Малініч І.П. (Вінницький національний технічний університет)	348
ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ РІВНІВ ІЗ LLM-ПРОМПТАМИ: ШВИДКИЙ ПРОТОТИП У WebGL/TYPESCRIPT. Панасюк Б.Ю., Бабюк Н.П. (Вінницький національний технічний університет)	351
МУЛЬТИМЕДІА ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ГЕЙМІФІКАЦІЇ ОСВІТНИХ І ВИРОБНИЧИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ. Пановик У.П. Пановик Р.Р., Гідей Р.В. (Національний університет «Львівська політехніка»)	353
ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БЕЗПРОВОДОВИХ КАНАЛІВ ДЛЯ AR/VR ТА ГЕЙМІФІКОВАНИХ ІОТ-СЕРЕДОВИЩ. Папіровий Д.В (Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій)	356
ВИКОРИСТАННЯ INCREMENTAL SOURCE GENERATORS ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ СТАТИЧНИХ ПОСИЛАНЬ НА РЕСУРСИ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПЛАТФОРМІ .NET. Позур М.Ю., Войтко В.В. (Вінницький національний технічний університет)	359
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ КОЛЕКЦІЙНИХ ДАНИХ У КОНТЕКСТІ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ТА ЦИФРОВИХ СЕРЕДОВИЩ. Поперешняк Д.І. (Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій)	361
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ SEO НА ТРАФІК САЙТУ ТА ПЛАНУВАННЯ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ ДЛЯ ПУБЛІКАЦІЇ СТАТЕЙ. Процик Д.В. (Луцький національний технічний університет)	363
АРХІТЕКТУРА УНІФІКОВАНОГО ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ СПІЛЬНОГО АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО ПРОЄКТУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ. Прочухан Д.В. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	364
АПАРАТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ МЕТОД ПРОЄКТУВАННЯ ГІБРИДНИХ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ АРХІТЕКТУР. Прочухан Д.В (Харківський національний університет радіоелектроніки)	366
МЕТОД ВІЗУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ВІДНОШЕНЬ «ОБ'ЄКТ-СУБ'ЄКТ» ДЛЯ АНАЛІЗУ ДОРОЖНИХ СЦЕН. Прус Б.В., Ракитянська Г.Б. (Вінницький	367

національний технічний університет)	
МЕТОД АНАЛІЗУ ВІДНОСИН «МОДУЛЬ-СЕРВІС-КОНТЕКСТ» ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНОРЕПОЗИТОРІЇВ У ВЕБ-РОЗРОБЦІ. Прус О.В., Майданюк В.П. (Вінницький національний технічний університет)	369
АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ У ДОПОВНЕНІЙ РЕАЛЬНОСТІ. Рейда М.О. Сергієнко О.О. Романюк О.Н. Рейда О.М. (Вінницький національний технічний університет)	371
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ТА ДОФАМІНОВІ МЕХАНІЗМИ. Романюк ¹ О.Н. Іванишен ¹ М.К., Котлик ² С.В. (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	374
БАГАТОЯДЕРНА ТА БАГАТОПОТОКОВА АРХІТЕКТУРИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ. Романюк О.Н., Костенко А.В., Мельник А.В., Бобко О.Л. (Вінницький національний технічний університет)	375
ІГРОВІ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОГАРНІТУР. Романюк ¹ О.Н., Романюк О.В., Бабій ¹ Б.В., Майданюк ¹ В.П. Котлик ² С.В. (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	377
РЕАЛІЗАЦІЯ РЕАЛІСТИЧНОЇ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ІГРАХ. Романюк ¹ О.Н., Теренчук А. Т., Котлик ² С.В. (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	379
ІГРОВИЙ ЗАСТОСУНОК З ВИКОРИСТАННЯМ GOAP. Рувінська В. М. (Національний університет «Одеська політехніка»)	380
ІГРОВИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ СУПЕРНИКІВ (БОТІВ), ЩО НАВЧАЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ДІЙ ГРАВЦЯ В ІГРАХ ЖАНРУ "ГОНКИ". Рувінська В.М., Місько Д.А. (Національний університет «Одеська політехніка»)	383
АНАЛІЗ НАЙПОТУЖНІШИХ ІГРОВИХ ВІДЕОКАРТ. Самсонюк О.В., Романюк О.Н. (Вінницький національний технічний університет)	385
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ АДАПТИВНИХ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ. Симоненко М.А., Желдак Т.А. (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»)	387
SOFTWARE AND ALGORITHMIC IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF CONSTRUCTING THE VORONOG DIAGRAM. Skorin Yuri, Zhu Zhunbyao. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	388
ЗАСТОСУВАННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ПАРАДИГМИ В РОЗРОБЦІ СТРАТЕГІЧНОЇ ГРИ ЖАНРУ TOWER DEFENSE НА БАЗІ UNITY. Скрипльонок С.Д., Молчанова М.О., Мазурець О.В. (Хмельницький національний університет)	391
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ. Собко В.В. (Миколаївський національний аграрний університет)	394
МУЛЬТИМЕДІЙНІ ЗАСОБИ В ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ІСТОРІЇ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ. Соколова О.П. (Одеський національний технологічний університет)	395
МОДЕЛЬ МАСШТАБУВАННЯ ШАРДОВИХ ІГРОВИХ СЕРВЕРІВ У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ: ПОБУДОВИ ТА ОСНОВНІ ВИКЛИКИ. Сторожук Ю.В. (Вінницький національний технічний університет)	398
НАВЧАЛЬНИЙ ANDROID-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ГРИ НА ФОРТЕПІАНО. Ткач Т.Б., Дьяченко О.В. (Національний університет «Одеська політехніка»)	399
AR/VR-ТЕХНОЛОГІЇ У СТВОРЕННІ НОВИХ ІГРОВИХ МЕХАНІК. Ткачук Д.А., Лобода С.М. (Державний університет «Київський авіаційний інститут»)	401
ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ КОНТЕНТУ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ: ПРИНЦИПИ, ПІДХОДИ ТА ВИКЛИКИ. Ходаков Д.В. (Державний університет «Київський авіаційний інститут»)	403
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АЛГОРИТМУ ДЛЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ SEE GA. Хохлов В.А. (Херсонський національний технічний університет)	405
ІОТ ЕКОСИСТЕМА ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ІННОВАЦІЙНИХ ІГОР. Цап Д.І.,	407

Царева О.С. (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу)	
ІНТЕРАКТИВНЕ АІ-СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ПОЛІГРАФІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ. Паола ЧІНКУЕ, Камелія ЧІНКУЕ (Інститут поліграфії та медійних технологій НУ «Львівська політехніка»)	409
ДИНАМІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ГРАФІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ МІЖ ІGPU ТА DGPU В ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ. Швець Д.В., Карабут Н.О. (Криворізький національний університет)	410
ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУР МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ У КОМАНДНИХ ІГРАХ. Шевченко І.В., Шевченко Т.А. (Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»)	413
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ У СИСТЕМІ АВТОМАТИЧНОЇ ПЕРЕВІРКИ ПРОГРАМНОГО КОДУ. Якубенко О.В., Романюк О.В. (Вінницький національний технічний університет)	416
Розділ 5. Дизайн, арт та анімація (дизайн рівнів, саунддизайн, візуал та арт-складова ігор, анімація)	418
ЕСТЕТИКА ТА ВІЗУАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ІГРОВОЇ ПОВЕДІНКИ: АНАЛІЗ ЖАНРОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР. С. Андрєєв, В. Андрєєва, М. Пустоварова (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	418
ДИЗАЙН ІНТЕРФЕЙСІВ У КОНТЕКСТІ ДОСТУПНОСТІ: WCAG ТА ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ. Бабенко С.П., Бабюк Н.П. (Вінницький національний технічний університет)	420
РОЛЬ ЕМБІЄНТУ У СТВОРЕННІ АТМОСФЕРИ ВІДЕОІГР. Вишневецький О.О., Пархоменко О.Ю. (Миколаївський національний аграрний університет)	423
РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ ГРИ-ГОЛОВОЛОМКИ RETENTUM. Возняк М.А. (Волинський національний університет імені Лесі Українки)	425
ДИЗАЙН РІВНІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ІГРОВОГО ДОСВІДУ ТА КЕРУВАННЯ УВАГОЮ ГРАВЦЯ. Гайдук Д.П., Ніжегородцев В.О. (Державний податковий університет)	427
ПІДТРИМКА ПОТОКУ У ДИЗАЙНІ РІВНІВ 2D ACTION-PLATFORMER. Жук Ю.С., Штефан Н.З., (Національний університет «Одеська політехніка»)	429
3D МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ДИЗАЙНЕРІВ: СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО СЕРЕДОВИЩА. Кардашов М.В. (Запорізький національний університет)	431
ДИЗАЙН ЗВУКУ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЕСТЕТИКИ УКРАЇНСЬКОЇ МАСОВОЇ МУЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА ХУДОЖНІЙ АСПЕКТИ ЗВУКОЗАПИСУ. Кочержук Д.В. (Київський національний університет технологій та дизайну)	432
ДОСЛІДЖЕННЯ 3D ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЛОГОТИПІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ РЕНДЕРИНГУ В РУШІЯХ BLENDER3D. Лисковецький В.В., Болтач С.В. (Одеський національний технологічний університет)	434
ПРОСТИЙ РЕДАКТОР ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ MINECRAFT. Майданюк В.П., Грицишин В.О. (Вінницький національний технічний університет)	437
КЛАСИФІКАЦІЯ ІГРОВИХ РЕДАКТОРІВ. Майданюк В.П., Грицишин В.О. (Вінницький національний технічний університет)	439
МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТУ. Оліярник Т. І. (Національний університет «Львівська політехніка»)	441
ІШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І НАРАТИВНИЙ ДИЗАЙН В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ. Проценко Н.М. (Державний біотехнологічний університет)	443
КАСКАДНА МОДЕЛЬ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З НАЯВНИМИ ОЗНАКАМИ ЗАХВОРЮВАНЬ ОЧЕЙ. Прочухан Д.В. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	446
АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ ТА ПРАВИЛ РОЗРОБКИ ГЕЙМДИЗАЙНУ. Рейда М.О., Варич М.О., Рейда О.М. (Вінницький національний технічний університет)	448

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В MICROSOFT EXCEL ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВІВ. Романенко Я.М., Старик С.П. (Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України)	450
ВПЛИВ СПЕКТРУ КОЛЬОРІВ НА ПРИВАБЛИВІСТЬ ІГОР. Романюк О.Н., Гавриленко О.Р.Ю., Молявчик В.С. (Вінницький національний технічний університет)	453
ВИКОРИСТАННЯ РЕЛЬЄФНОГО ТЕКСТУРУВАННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ. Романюк ¹ О.Н. Захарчук ¹ М.Д., Новосельцев ¹ О.О., Котлик ² С.В. (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	454
ГОЛОСОВІ ІНТЕРФЕЙСИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ. Романюк О.Н., Романюк О.В., Бабій Б.В., Майданюк В.П., Снігур А.В. (Вінницький національний технічний університет)	457
РОЗВИТОК ІГРОВОГО ДИЗАЙНУ: ВІД КЛАСИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДО МОБІЛЬНИХ ТА ІНТЕРАКТИВНИХ ФОРМАТІВ. Снігур Т.С., Жук Є.М. (Одеський національний технологічний університет)	459
ІНТЕГРАЦІЯ ОСНОВ UI/UX ДИЗАЙНУ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС. Франчук Р.В. (Український державний університет імені Михайла Драгоманова)	460
КАГУРА, БУНРАКУ ТА ЯПОНСЬКА МІФОЛОГІЯ ЯК ОСНОВА ВІДЕОГРИ «KUNITSU-GAMI: PATH OF THE GODDESS». Хайло А.С. (Київський національний університет ім. Т. Шевченка)	462
ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ. Чубар М.В., Штефан Н.З. (Національний університет «Одеська політехніка»)	465
ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ У СТВОРЕННІ ЛАНДШАФТІВ. Шаповал В.В., Комісаров В.Р. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка)	466
ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ UI/UX ДЛЯ ІГОР: БАЛАНС МІЖ ЕСТЕТИКОЮ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЮ. Язвінська Д.І. (Національний університет «Одеська політехніка»)	470
Розділ 6. Штучний інтелект і машинне навчання в ігрових системах (ігровий штучний інтелект, процедурна генерація контенту, адаптивна складність ігор, AI як ігровий наративний інструмент)	472
INTEGRATED ALGORITHMIC MODEL OF AIR DEFENSE SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Volkov A., Chornobay V. (Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University)	472
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БАГАТОАГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЙ В ОСВІТНІХ СИМУЛЯТОРАХ. Бобарчук О.А. (Державний університет «Київський авіаційний інститут»), Злотківська Т.В. (Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця)	473
ТЕХНОЛОГІЇ АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДО ЗАДАЧ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНИХ ВИБІРОК ДАНИХ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНИХ ЗАПИТІВ. Богут О. М., Мотринєць Я. Я. (Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука»)	476
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МОБІЛЬНИХ ІГРАХ: ГЕНЕРАЦІЯ КОНТЕНТУ, АДАПТИВНА СКЛАДНІСТЬ І ПОВЕДІНКА NPC. Вдовенко Д.О., Сєдих О.Л. (Національний університет харчових технологій)	478
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І МАШИННЕ НАВЧАННЯ В ІГРОВИХ СИСТЕМАХ. Власюк ¹ Д. В., Романюк ¹ О.Н., Котлик ² С.В. (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	479
AI AS A TOOL FOR AUTOMATED CONSTRUCTION OF PUZZLES AND MATHEMATICAL GAMES. Daniil Doroshenko, (Oles Honchar Dnipro National University)	481

ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ АІ ЯК НАРАТИВНОГО ІНСТРУМЕНТА. Заїченко Ю.П. (Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна)	482
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВИХ РІВНІВ. Капля Г.О. Бабаков Р.М. Д(онецький національний університет імені Василя Стуса)	484
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНОГО БОРГУ В ІГРОВИХ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. Крісілов В.А. Гаврилова К.М. (Національний університет «Одеська політехніка»)	486
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВЕБЗАСТОСУНОК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ NLP ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ. Крісілов В.А. Коваленко Є.О. (Національний університет «Одеська політехніка»)	488
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ФІЗИЧНИХ ЕФЕКТІВ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ У ГЕЙМДИЗАЙНІ. Крісілов В.А. Панасюк А.С. (Національний університет «Одеська політехніка»)	491
РЕГУЛЮВАННЯ АДАПТИВНОЮ СКЛАДНІСТЮ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГР ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Пастушенко Н. Г., Романюк О.Н. (Вінницький національний технічний університет)	493
АДАПТИВНІ СИСТЕМИ КОГІТИВНОЇ ПІДТРИМКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У РОБОТОТЕХНІЦІ НА ОСНОВІ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕСІВ. Посашков О.Ю. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	495
АПАРАТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ МЕТОД ІТЕРАЦІЙНОЇ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ. Прочухан Д.В. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	497
ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ІНДУСТРІЮ ВІДЕОІГОР. Римар П.В. (Вінницький національний технічний університет)	498
ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ. Франчук Н.П., Фабер А.Ю. (Український державний університет імені Михайла Драгоманова)	500
ВИКОРИСТАННЯ ОРКЕСТРОВАНОГО АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ WEB-ПРОГРАМІСТІВ В ІТ-КОМПАНІЯХ. Юсович-Жуковська В. І., Богут О. М. (Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука»)	502

Розділ 1.

Освіта та наука (гейміфікація в освітніх процесах, серйозні ігри, ігрові методики викладання та тренінгів)

UDC 004.942

SIMULATION GAMES FOR RISK ASSESSMENT AND STRATEGY DEVELOPMENT IN ENSURING ORGANIZATIONAL OPERATIONAL RESILIENCE (SCENARIO BUILDING OF FAILURES, CYBERATTACKS, AND TECHNICAL DISRUPTIONS TO TEST ORGANIZATIONAL READINESS)

BRYNZA N.O. (nataliia.brynza@nure.ua), MAZEPA A.S. (andrii.mazepa@nure.ua)
Kharkiv National University of Radio Electronics

This paper examines the use of simulation games for risk assessment and operational resilience. It shows how structured design models and practical examples, such as MalAware and SherLOCKED, demonstrate measurable improvements in preparedness. The study concludes that integrating such games into decision support systems can significantly enhance adaptive resilience.

The increasing complexity of digital infrastructures and the rapid growth of cyber threats make operational resilience a critical factor for organizations. Regulatory initiatives such as the Digital Operational Resilience Act (DORA) emphasize continuous system testing, risk management, and incident response planning. In this context, simulation games (serious games) are gaining importance as innovative tools for training, decision-making, and resilience building.

According to Solinska-Nowak et al. (2018), serious games have already proven their effectiveness in disaster risk management. They increase participants' engagement and awareness but require a balance between simplified game models and realistic risk scenarios. This makes them a valuable tool for initial training and for shaping basic risk management strategies.

The design of simulation games should rely on structured approaches. In this regard, the MOTENS model (Hart, Halak, Sassone, 2021), proposed for the development of educational cyber games, is highly relevant. It includes defining educational objectives, choosing game mechanics, developing scenarios, and determining evaluation metrics. This methodology ensures that games are not only engaging but also effective in terms of learning and resilience building.

Simulations allow modeling not only standard procedures but also decision-making processes under uncertainty. Schueller et al. (2020) showed that game-based scenarios help analyze how individuals and teams behave when information is incomplete or contradictory. Such conditions are characteristic of crisis situations, where adaptability and flexibility are required. Thus, simulation games contribute to the development of adaptive response strategies, which are critical for ensuring operational resilience.

There are successful examples of simulation games applied to risk management:

- MalAware (Angafor et al., 2024) – a tabletop game for practicing malware incident response. It enables staff to train coordination, identify weaknesses, and improve crisis readiness.
- SherLOCKED (Jaffray, Finn, Nurse, 2021) – a detective-style game supporting the learning of fundamental security and risk concepts. It integrates learning, risk analysis, and decision-making into a single process.

These examples confirm that game-based simulations are practical tools for enhancing organizational operational resilience.

Concrete examples of successful serious games highlight their practical applicability. MalAware (Angafor et al., 2024) is used to model cyber incidents and identify organizational weaknesses: according to the authors, more than 80% of participants reported improved awareness of timely communication and role allocation after the exercise. SherLOCKED (Jaffray, Finn, Nurse, 2021), implemented in an

educational context, demonstrated a positive impact on the assimilation of fundamental information security principles: students who participated in the simulation showed a 15–20% increase in performance compared to the control group.

These results confirm that simulation games provide not only engagement but also a measurable effect on preparedness levels. Common metrics used to evaluate effectiveness include:

- knowledge improvement (based on post-test scores, typically +10–20% or more);
- reduced decision-making time in crisis scenarios (with reductions in MTTR – *mean time to respond* – by 20–30% in several studies);
- self-efficacy growth, i.e., increased confidence in one's actions (surveys show improvements of 25–40%).

Thus, simulation games have demonstrated practical effectiveness in both educational and corporate contexts.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Solinska-Nowak A., et al. (2018). An overview of serious games for disaster risk management – Prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420917304090>
2. Hart S., Halak B., Sassone V. (2021). MOTENS: A Pedagogical Design Model for Serious Cyber Games. *arXiv preprint*. URL: <https://arxiv.org/pdf/2110.11765>
3. Schueller L., et al. (2020). Using serious games to explore how uncertainty affects disaster risk management decisions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212420920313042>
4. Angafor G., et al. (2024). MalAware: A tabletop exercise for malware security. *Forensic Science International: Digital Investigation*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667345224000063>
5. Jaffray A., Finn C., Nurse J.R.C. (2021). SherLOCKED: A Detective-themed Serious Game for Cyber Security Education. *arXiv preprint*. URL: <https://arxiv.org/abs/2107.04506>

УДК 004.9

ІГРОВІ МЕХАНІКИ В БАЙЄСІВСЬКІЙ МОДЕЛІ ВІДСТЕЖЕННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

МЕЛЬНИК К. В. (karina.v.melnyk@gmail.com)

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

У статті розглянуто питання гейміфікації адаптивного навчання. Проаналізовано популярні алгоритми персоналізації освітнього процесу, серед яких обрано Байєсівську модель відстеження знань. Запропоновано технологію інтеграції ігрових механік: «рівнів» та «бейджів» у модель відстеження знань. Представлено приклад практичної реалізації моделі, де рівні відображають ступінь засвоєння матеріалу, а бейджі – символізують досягнення і забезпечують позитивне підкріплення. Очікуваним результатом є підвищення залученості та ефективності студентів у процесі онлайн- та змішаного навчання.

Вступ. Адаптивне навчання є сучасним підходом до організації освітнього процесу, що використовує технології для персоналізації навчального процесу. Адаптивне онлайн-навчання, яке використовується повсюдно, особливо в період пандемії COVID-19 та після, дозволяє автоматично пристосовувати та адаптувати освітній процес до індивідуальних потреб, знань, навичок та темпу кожного студента в реальному часі. Але водночас однією з ключових проблем освітнього процесу залишається підтримка мотивації та залученості студентів протягом семестру. Для вирішення даної проблеми можна використати гейміфікацію. Це процес використання ігрових механік, елементів гри та ігрових підходів у неігрових контекстах з метою підвищення зацікавленості та ефективності дії учасників при вирішенні прикладних завдань [1]. Для моделювання адаптивного

навчального процесу з точки зору гейміфікації, запропоновано використати модель MDA Framework (механіка-динаміка-естетика) – фреймворк для аналізу та проектування ігор [2]:

- ігрові механіки – базові елементи, які створюють ігровий каркас, вони визначають, що робить користувач і як він отримує винагороду: бали, рівні, бейджі, таблиці лідерів;
- ігрові динаміки – це закономірності, що виникають у процесі взаємодії з механіками, вони відповідають за емоції, напругу, інтерес: суперництво, співпраця, прогрес;
- естетика – це те, як користувач відчуває себе в системі, забезпечує мотивацію і бажання повертатися: задоволення від процесу, відчуття досягнення, соціальне визнання, відчуття пригоди.

Використання елементів гейміфікації, а саме ігрових механік, створює додаткові стимули для активної роботи студентів, що робить адаптивне навчання більш динамічним і привабливим. Таким чином, **мета даної статті** полягає в розробці моделі інтеграції ігрових механік у персоналізований навчальний процес.

Огляд літератури. На сьогоднішній день можна виділити декілька популярних алгоритмів адаптивного навчання:

1. Теорія відгуку завдання (Item Response Theory, IRT) [3] – це сукупність статистичних моделей, що описують зв'язок між рівнем прихованої характеристики студента (наприклад, знань або здібностей) та його відповіддю на окреме завдання (тестовий елемент). IRT дозволяє розробляти тести, оцінювати якість завдань, визначати рівень підготовки випробовуваних та вимірювати їхні здібності на єдиній шкалі.

2. Байєсівська модель відстеження знань (Bayesian Knowledge Tracing, BKT) [4] – це модель, яка прогнозує ймовірність того, що студент знає певну концепцію, на основі історії його відповідей. Алгоритм вирішує, коли переходити до наступної теми.

3. Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL) [5] – це метод навчання, у ході якого випробовувана система (студент) навчається на основі зворотного зв'язку, взаємодіючи з деяким середовищем: нагороджує себе за правильний вибір завдання та коригує стратегію. Використовується для побудови персональних маршрутів навчання.

4. Колаборативна фільтрація (Collaborative Filtering, CF) [6] – це метод у рекомендаційних системах, який можна використати для адаптивного навчання: алгоритм підбирає завдання або курси за схожістю з іншими студентами, аналізуючи їхню спільну поведінку та інтереси (“схожі з вами студенти вивчили...”).

Аналіз особливостей використання кожного підходу в якості алгоритму персоналізації навчального процесу дозволили обрати саме Байєсівську модель відстеження знань.

Основний матеріал. Байєсівська модель відстеження знань відслідковує рівень засвоєння конкретних знань студентом у процесі навчання. Кожна навичка або конкретна тема курсу має свій “стан знання” – знає або не знає. Після кожної відповіді система оновлює оцінку ймовірності того, що студент знає цю навичку на основі формули Баєса [4].

BKT використовує чотири ключові ймовірності:

- $p(L_i)$ – ймовірність знання навички, причому $p(L_0)$ – початкова ймовірність знання навички до першого завдання, яка задається експертно або на основі аналізу статистичних даних;
- $p(S)$ – ймовірність помилитися, знаючи навичку;
- $p(G)$ – ймовірність вгадати відповідь, не знаючи навички;
- $p(T)$ – ймовірність засвоєння після одного кроку навчання.

Оновлюємо ймовірність знання з урахуванням того, що навіть знаючи, він міг помилитися, а не знаючи – міг вгадати. Формула для правильної відповіді:

$$p(L_i / \text{Answ} = \text{correct}) = \frac{p(L_{i-1}) \cdot (1 - p(S))}{p(L_{i-1}) \cdot (1 - p(S)) + (1 - p(L_{i-1})) \cdot p(G)} \quad (1)$$

Формула для неправильної відповіді:

$$p(L_i / \text{Answ} = \text{incorrect}) = \frac{p(L_{i-1}) \cdot p(S)}{p(L_{i-1}) \cdot p(S) + (1 - p(L_{i-1})) \cdot (1 - p(G))} \quad (2)$$

Після цього оновлене $p(L_i)$ ще раз модифікується з урахуванням $p(T)$, щоб відобразити можливість, що студент навчився після завдання:

$$p(L_i) = p(L_i / \text{Answ}) + (1 - p(L_i / \text{Answ})) p(T) \quad (3)$$

Розглянемо ігрові механіки, які можна поєднати з ВКТ: бейджі та рівні.

Бейджі є цифровими відзнаками, що присуджуються студентам за досягнення конкретних освітніх цілей. Вони функціонують як потужний мотиваційний інструмент, що посилює залученість до навчального процесу. Крім того, ці нагороди створюють систему визнання успіхів, а можливість формування на їх основі рейтингів лідерів додає елемент здорової конкуренції.

Рівні у навчальному процесі – це формалізований індикатор академічного прогресу студента, що відображає ступінь засвоєння студентом навчального матеріалу та сигналізує про готовність до опанування складніших завдань.

Представимо модель інтеграції ігрових механік у персоналізований навчального процес на основі використання моделі ВКТ у вигляді алгоритму. Нехай учбовий курс розподілений на теми (це навички у ВКТ), які мають декілька рівнів складності. Тоді алгоритм у загальному вигляді можна представити наступним чином:

1. Задати початкові значення ймовірностей: $p(L_0)$, $p(S)$, $p(G)$, $p(T)$ та рівень складності певної теми курсу.
2. Після кожної відповіді студента щодо знань теми оновити оцінку $p(L_i)$ згідно формул (1)-(3).
3. Якщо $p(L_i)$ зростає вище заданого порогу, студент переходить на новий рівень складності теми та отримує відповідний бейдж.
4. Якщо $p(L_i)$ падає нижче порогу (після серії помилок), система може повернути студента на попередній рівень або дати повторні завдання.
5. Навчання за конкретною темою завершується, коли студент досягає «впевненого рівня» (≥ 0.9) для всіх рівнів складності, передбачених учбовим курсом.
6. Після завершення певної теми студент може отримати додатковий бейдж за збір колекції бейджів за проходження всіх рівнів складності цієї теми.

В табл. 1 представлено практичну реалізацію моделі інтеграції ігрових механік у персоналізований процес навчання на основі моделі ВКТ.

Можна побачити, що рівень – це «сходінка прогресу», яку обчислює ВКТ, а бейдж – це «емоційний маркер», що закріплює досягнення студента на цьому рівні.

Висновки. Запропонована модель використання ігрових механік у ВКТ-орієнтованому освітньому процесі забезпечує зрозумілу для студентів візуалізацію персонального прогресу, виконує функцію позитивного підкріплення, стимулюючи подальше навчання, а також дозволяє створити «карту знань» з поступовим ускладненням завдань, що забезпечує баланс між мотивацією студента та об'єктивним оцінюванням його знань.

Таблиця 1 - Гейміфікація ВКТ-орієнтованого адаптивного навчання

Рівень складності	Значення $p(L_i)$	Бейдж	Результат
Рівень 1 – Початковий (мінімальне оволодіння базовими знаннями)	$p(L_i) \leq 0.5$	«Перший крок»	Мотивація до продовження, усунення страху «нульового рівня»
Рівень 2 – Середній (послідовне виконання завдань без випадкових вгадувань)	$0.5 < p(L_i) \leq 0.75$	«Стійкий результат»	Формується звичка до регулярності виконання завдань
Рівень 3 – Просунутий (успішне розв'язання більшості завдань підвищеної складності)	$0.75 < p(L_i) \leq 0.9$	«Кмітливий учень»	Підсилює інтерес до повторення, стимулює стабільність
Рівень 4 – Експерт (висока компетентність)	$p(L_i) > 0.9$	«Майстер модуля»	Показує завершеність теми, створює «фінальну мету»
	$p(L_i) > 0.9$	«Еліта» (за умови збору певної колекції бейджів)	Викликає гордість, соціальне визнання, формування «елітної групи»

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- [1] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From game design elements to gamefulness: Defining gamification," in *Proc. 15th Int. Acad. MindTrek Conf. Envisioning Future Media Environ. (MindTrek 2011)*, 2011, pp. 9–15, doi: 10.1145/2181037.2181040.
- [2] C. J. Costa, "Gamification," *OAE – Organizational Architect and Engineer Journal*, Dec. 2019, doi: 10.21428/b3658bca.8ffccebf.
- [3] N. Thompson, "Item Response Theory (IRT) - Introduction, benefits, models," *Assessment Systems*, Nov. 8, 2016. [Online]. Available: <https://assess.com/what-is-item-response-theory/>. [Accessed: Sep. 5, 2025].
- [4] O. Bulut, J. Shin, S. N. Yildirim-Erbasli, G. Gorgun, and Z. A. Pardos, "An introduction to Bayesian knowledge tracing with pyBKT," *Psych*, vol. 5, no. 3, pp. 770–786, 2023, doi: 10.3390/psych5030050.
- [5] J. Murel and E. Kavlakoglu, "Reinforcement learning," *IBM*, Mar. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/think/topics/reinforcement-learning>. [Accessed: Sep. 5, 2025].
- [6] IBM, "Collaborative filtering," *IBM*, Mar. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/think/topics/collaborative-filtering>. [Accessed: Sep. 5, 2025].

UDC 004.9

GAMIFICATION OF ASSESSMENT: THE ROLE OF BADGES IN THE LEARNING PROCESS

MELNYK K. V. (karina.v.melnyk@gmail.com)

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (Ukraine)

The article explores the potential of gamification in education, particularly the use of badges as a tool for improving the knowledge assessment process. The study develops and describes three practical models for integrating a badge system into final assessment: the additive model, the partial replacement model, and the competence-based model. It is demonstrated that the implementation of badges in the educational process increases student engagement, acknowledges non-linear learning progress, and makes the assessment system more flexible, transparent, and modern.

Introduction. The rapid shift to online learning has highlighted the challenges of maintaining students' attention and motivation. Traditional assessment methods often fail to take into account continuous activity and engagement throughout the semester. One promising solution to this issue is gamification. Gamification refers to the use of game mechanics, game elements, and game-based approaches in non-game contexts to increase stakeholder interest and efficiency in achieving applied goals [1], [2]. Numerous successful examples demonstrate the use of gamification in education, business, and management:

- Starbucks employs the Starbucks Rewards loyalty program, where customers collect "Stars" for purchases and exchange them for free products and bonus offers. The system includes status levels and special promotions, which stimulate repeat purchases and customer engagement [3], [4].
- Nike fitness apps transform workouts into a game. Users compete with friends, earn badges, complete challenges, and share results on social media, fostering motivation and brand loyalty [3], [4].
- Platform Duolingo for language learning leverages streaks, levels, leaderboards, rewards, and other game mechanics to encourage daily learning, making the process engaging and sustaining high user activity [5].
- Educational platform Khan Academy, with a focus on mathematics, awards "energy points" for lessons and exercises, along with badges for achievements such as "Master of Mathematics." Its personalized tracking system adapts to each learner [6].
- Microsoft gamified the process of testing translations of its software by creating a competitive game, the Microsoft Language Quality Game, in which employees tested the quality of translations. This increased the focus on collaboration and accuracy in completing tasks [7].

Review of literature. A review of academic and practical literature on gamification reveals a set of core building blocks for modeling game-based systems [1], [8]. One of the most widely used frameworks is the MDA framework [9]:

- Game mechanics – the fundamental elements that form the game structure and define actions and rewards: points, levels, badges, leaderboards, quests, challenges, timers, and constraints.
- Game dynamics – patterns of interaction with mechanics that create tension, emotions, and interest: competition, collaboration, progression, scarcity (e.g., limited resources), unpredictability, and curiosity.
- Game aesthetics / experience – the emotional impact and user experience: sense of achievement, social recognition, adventure, mastery, and enjoyment.

Applied to online learning, this framework operates as follows: a student earns points or badges for completed tasks (mechanics), appears on leaderboards, competes with peers, and takes on extra challenges to improve their ranking (dynamics), while experiencing satisfaction and pride from achievements (aesthetics).

Neuroscience and behavioral research explain the motivational mechanism: when anticipating a reward, the brain releases dopamine – not only associated with pleasure, but also with motivation, anticipation, and the desire to repeat rewarding actions. Gamification in learning allows for repeated cycles of “Action → Reward” maintaining stable dopamine levels and sustaining motivation. Importantly, unpredictable rewards (e.g., random bonuses, unexpected badges) produce the strongest motivational effects and they cause the biggest dopamine surge.

This suggests that diversity of game mechanics is a key factor for student engagement in online learning. At the same time, instructors and teachers face the challenge of integrating such mechanics into final assessment. **The aim of this article** is therefore to develop practical models for integrating badges into summative assessment in online learning.

Badges as a core gamification tool. Badges in online education are virtual or digital rewards granted to students for achieving specific goals and completing tasks (Fig. 1).



Figure 1 – Examples of online learning badges: Active participant, Mentor, Course master

Badges can be displayed in student profiles, leaderboards, or exported as digital certificates such as Mozilla Open Badges [10]. They act as a stimulus, increase motivation and engagement in the educational process, recognize achievements, and can form a ranking of leaders, which promotes a competitive spirit.

When developing a course, the instructor may use different badges, depending on the content and goals of the course itself. The following are general badges:

- First Step – registered in the course and completed the first assignment.
- Consistent Performer – maintained $\geq 80\%$ average in three consecutive tests.
- Active Participant – logged in for 7 consecutive days (streak).
- Course Master – completed 100% of the course.
- Fast Learner – completed a module ahead of the deadline.
- Winning Streak – solved 10 tasks correctly in a row.
- Mentor – helped at least 5 peers.
- Leader – ranked first on the leaderboard at least once.

Let's consider different models of badge integration into final assessment.

Approach 1: Additive Model (Bonus Points). This model combines practical work, home tasks, coursework and exams with additional points earned from badges. For instance, a student scored 82 points (grade B under ECTS, equivalent to 4.0). During the course, the student received badges 1, 2 and 4 (Table 1):

Table 1 – List of badges for a specific educational program

№	Badge Name	Conditions for Obtaining	Additional Points
1	High Achiever	$\geq 90\%$ in the final test	+3
2	Active Participant	Attended the course $\geq 80\%$ of the classes	+2
3	Leader	Topped the results table at least once	+2
4	Clever	Passed 3 practical tasks in a row with grade A-B	+3

Therefore final score would be $82+3+2+3 = 90$ points, corresponding to grade A. Thus, the positive experience of receiving additional points for being active in the course will contribute to the student's desire to learn in the future. At the same time, the instructor should carefully balance the "weight" of badges to avoid excessive inflation of grades and not devalue academic knowledge.

Approach 2: Partial Replacement Model (Task Simplification). This approach to integrating badges into the learning process is the automatic inclusion of some practical tasks upon receiving certain badges or reducing the percentage of questions in the final test, i.e. it is an alternative to the assessment part. For example, if a final test normally consists of 30 questions (covering 6 modules), students with "Course Master" (successfully completed all course assignments) and "Clever" (received excellent grades for 3 practical tasks in a row) badges may take a reduced test of 24 questions (20% fewer). The positive aspect of this approach is undeniable, because taking exams and tests is always a very emotional period, so the student will strive to reduce the emotional load at least by reducing the number of questions. However, it is important to ensure that simplifying the test does not affect the validity of the assessment, i.e. that the test still tests all key competencies.

Approach 3: Competence-Based Model (Digital Portfolio). The approach is suitable for those universities that focus on a competency-based approach to learning. Final assessment includes not only a numerical grade but also a badge portfolio, exportable as Open Badges. Such digital credentials may have value beyond the university. The key challenge is recognition of digital portfolios by employers and other educational institutions.

Conclusion. Three models of badge integration into summative assessment – additive, partial replacement, and competence-based were explored. Findings show that badge-based gamification enhances motivation, improves transparency, and makes online learning more engaging. Implementing such approaches may significantly modernize assessment systems and better align them with student-centered learning practices.

REFERENCES:

- [1] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification," in Proc. 15th Int. Acad. MindTrek Conf. Envisioning Future Media Environ. (MindTrek 2011), 2011, pp. 9–15, doi: 10.1145/2181037.2181040.
- [2] E. Mollick and K. Werbach, "Games and the enterprise," in The Gameful World: Approaches, Issues, Applications, S. P. Walz and S. Deterding, Eds. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2015, pp. 439–458.
- [3] C. Vasiliou, "7 Gamification Examples in the Marketing Space – Woorise Blog," Woorise, Mar. 22, 2025. [Online]. Available: <https://woorise.com/blog/gamification-examples>. [Accessed: Aug. 28, 2025].
- [4] R. Ward, "4 Successful Examples of Gamification - WebSta.ME," WebSta.ME, Sep. 07, 2021. [Online]. Available: <https://websta.me/examples-of-gamification/>. [Accessed: Aug. 28, 2025].
- [5] E. M. Alcantara, "Examples of Gamification in Business & How to Leverage," Clutch, Aug. 16, 2023. [Online]. Available: <https://clutch.co/visualobjects/digital-marketing/blog/examples-gamification-business#5-examples-of-gamification-in-business>. [Accessed: Aug. 28, 2025].
- [6] "Web Protection by Bitdefender," Umami-learning.com, 2025. [Online]. Available: <https://umami-learning.com/5-powerful-examples-of-gamification-in-learning/>. [Accessed: Aug. 29, 2025].
- [7] "Gamification – winners on all sides," Konica Minolta global-career, April 15, 2019. [Online]. Available: <https://global-career.konicaminolta.eu/eu-en/rethink-work/workforce/gamification-winners-on-all-sides>. [Accessed: Aug. 29, 2025].
- [8] R. Hunicke, M. Leblanc, and R. Zubek, "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research," 2004. [Online]. Available: <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/pubs/MDA.pdf>. [Accessed: Aug. 29, 2025].

- [9] C. J. Costa, "Gamification," OAE – Organizational Architect and Engineer Journal, Dec. 2019. doi: 10.21428/b3658bca.8ffccebf.
- [10] "About Open Badges," Open Badge Factory, May 14, 2024. [Online]. Available: <https://openbadgefactory.com/en/about-open-badges/>. [Accessed: Aug. 29, 2025].

UDC 004.8:378:37.09:37.016:159.947

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, GAME THEORY, GAMIFICATION AND SERIOUS GAMES AS TOOLS FOR OPTIMIZING THE EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC PROCESS

NOVIKOVA¹ H. V. (hanna.novikova@ukma.edu.ua), DENYSENKO¹ I. V. (i.denysenko@ukma.edu.ua),
KHARCHENKO¹ O. O. (o.kharchenko@ukma.edu.ua), NOVIKOV² A. M. (a.novikov@isnpp.kiev.ua),

¹National University of "Kyiv-Mohyla Academy,

²Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants
of National Academy of Sciences of Ukraine

This paper explores the integration of Artificial Intelligence (AI), game theory, gamification, and serious games as a multifaceted approach to optimizing education and research. Unlike traditional gamification, which relies on external rewards and often fails to sustain motivation, the proposed model uses game theory to analyze participant strategies, while AI adaptively modifies rules to make collaboration and initiative the optimal choice. This synthesis enables the design of serious games as effective learning and research environments, enhancing intrinsic motivation, teamwork, and fair assessment. The paper also highlights practical applications, prospects for automating data analysis, and key ethical challenges such as academic integrity and algorithmic bias.

Keywords: Artificial Intelligence, Game Theory, Gamification, Serious Games, Motivation, Scientific Research, Academic Integrity, Adaptive Learning.

Introduction. For modern education and science, issues of increasing intrinsic motivation, effectiveness of group interaction, and fair assessment are quite important, and one of the ways to achieve this is through gamification. However, common gamification practices often rely on external incentives such as points and rankings, which may not align with long-term motivation and individual participant strategies [1]. This can lead to an imbalance between effort and outcome [2]. At the same time, game theory allows us to analyze the strategic behavior of participants, and artificial intelligence (AI) acts as a "tool or actively engaged participant" that not only adaptively changes the rules of the "game" but also participates in optimization processes itself to make cooperation and initiative the optimal strategy for everyone. Due to this, serious games can be used not just for entertainment but to create learning environments where shared success is the key goal. AI's ability to imitate strategic behavior within Nash equilibrium games also opens up new prospects for research and automation [3]. Collectively, these tools can significantly increase engagement and performance [4], which is particularly relevant given the risks to academic integrity in the era of generative AI [5-7, 10, 13].

Methods for Enhancing the Educational and Scientific Process in the Context of Digital Transformation. The issues and challenges described above require innovative methods with the potential to enhance the effectiveness of both educational and scientific activities. These methods are based on a combination of three key components:

1. Game Theory for Modeling Collaboration. The application of the Nash equilibrium concept allows us to view educational and scientific processes as cooperative or competitive games [9]. Analyzing "value matrices" helps us understand why participants make certain choices. This enables the identification of potential "traps" in learning scenarios and allows for the modification of game rules to ensure that desired behaviors — like collaboration and initiative — become optimal strategies for everyone [11].

2. Artificial Intelligence as a Dynamic, Adaptive Tool and Partner. AI can play a crucial role in implementing the principles of game theory, serving as an active catalyst for positive interaction. It enables:

- **Adaptive Assessment and Feedback:** AI can analyze each participant's contribution and modify rewards to make inactivity unprofitable [2]. In this process, it can also stimulate mutual respect and integrity by identifying signs of academic misconduct and proposing scenarios that promote honest collaboration.
- **Stimulating Cooperative Scenarios:** AI can create simulations where team rewards encourage mutual support and mentorship instead of competition. This allows successful participants to become mentors for less experienced ones, fostering internal motivation to help others [11].
- **Behavioral Modeling:** Agent-based simulations can predict typical student strategies and allow for the timely adjustment of tasks.
- **Mutual Influence and Skill Enhancement:** In this approach, a two-way process occurs. AI, by analyzing data, can help researchers and students discover non-obvious patterns in large volumes of information, accelerating their skill development. In turn, researchers and educators, by providing AI with feedback and refining its algorithms, improve its capabilities. This creates a continuous cycle of mutual learning and improvement.

3. Gamification and Serious Games for Engagement. While traditional gamification, based on external points, has its limitations, properly designed serious games can significantly increase engagement. These environments focus on internal motivation and provide meaningful challenges, foster collaboration, and integrate research tasks directly into gameplay [4, 11].

Practical Implementation and Challenges. Current research confirms the effectiveness of AI-gamification in education. For example, AI-powered mobile apps increase college students' physical activity and motivation [2]. The integration of intelligent tutoring systems into serious games enhances the effectiveness of learning in technical disciplines [11]. The use of AI in educational platforms (e.g., Coursera, Duolingo, Khan Academy) allows for personalized learning and automation of administrative tasks, such as grading (e.g., Gradescope). Systematic reviews demonstrate AI's potential for personalizing education and supporting critical thinking [4, 5, 10, 11, 13]. Adaptive learning environments further personalize education by adjusting content, pace, and difficulty. They increase motivation, promote inclusivity, and reduce risks to academic integrity by generating unique learning paths.

In scientific research, AI can be used for processing large datasets, predicting outcomes, and analyzing and re-analyzing trends. This approach can be extended to interdisciplinary fields, such as environmental safety. For instance, the initial stage of automating meteorological data loading for the RODOS system, described in [12], allows for controlling the process and minimizing errors. However, this method is only the first step. The next logical stage is the integration of AI, which can not only automate the data collection process but also perform deep analysis of this data, revealing complex interdependencies, detecting errors, etc., which would require significant time and effort for a human. This transforms routine data preparation into a serious game, where AI acts as a partner that assists in modeling and analyzing possible environmental scenarios, such as the spread of radionuclides.

The use of AI can also pose several risks, such as:

- **Academic Integrity and the Decline of Active Thinking Skills:** The proliferation of AI tools raises concerns about the originality of work. It's essential to find a balance where AI serves as an assistant rather than a replacement for critical thinking.
- **Algorithmic Transparency and Bias:** Reliance on algorithms with non-transparent logic can lead to biased decisions. Ethical standards for AI in education must be developed.
- **The Balance Between Automation and Human Oversight:** Even the most advanced AI should not replace the human factor in key processes like decision-making, mentorship, and creativity.

Conclusions. The integration of AI, game theory, and serious games creates the conditions for transforming the educational process from passive assimilation into a collaborative interaction, where intrinsic motivation becomes one of the key factors. The proposed approach aims to foster critical thinking, develop teamwork skills, and enhance fair assessment. Thus, the described methods have the potential to enhance the effectiveness of both educational and scientific activities in the context of digital transformation.

REFERENCES

1. Deterding S., Khaled R., Nacke L., and Dixon D. Gamification: Toward a Definition. Proc. CHI 2011 Workshop on Gamification, Vancouver, Canada, 2011. Available: http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/CHI_2011_Gamification_Workshop.pdf
2. Gao Y., Zhang J., He Z., and Zhou Z. Feasibility and Usability of an Artificial Intelligence—Powered Gamification Intervention for Enhancing Physical Activity Among College Students: Quasi-Experimental Study. *JMIR Serious Games*, vol. 13, p. e65498, 2025. Available: <https://games.jmir.org/2025/1/e65498>
3. Silva S. A. Large Language Models Playing Mixed Strategy Nash Equilibrium Games. // arXiv:2406.10574, 2024. Available: <https://arxiv.org/pdf/2406.10574>
4. Conn S. et al. The use of serious games for psychological education and training: a systematic review. *Frontiers in Education*, vol. 10, p. 1511729, 2025. Available: <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1511729>
5. Learning in Games: a systematic review. // *Science China Information Sciences*, vol. 67, no. 3, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11432-023-3955-x>
6. Tertiary Education Quality and Standards Agency (TEQSA), Using AI for Assessment: Four Principles to Help Protect Academic Integrity. 2024. Available: <https://www.teqsa.gov.au/guides-resources/using-ai-assessment>
7. Новікова Г.В., Денисенко І.В., Новіков А.М. Виклики пов'язані з використанням штучного інтелекту у науці та освіті. // XXIV Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів та студентів. Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Одеса, 2024. — С. 174–176 Available: https://ontu.edu.ua/download/konfi/2024/Conference_abstract-IT-2024.pdf
8. Nash J. Non-Cooperative Games. // *Annals of Mathematics*, vol. 54, no. 2, pp. 286-295, 1951. Available: <https://www1.cmc.edu/pages/faculty/MONeill/math188/papers/Nash3.pdf>
9. Hanyu Li, et al. A survey on algorithms for Nash equilibria in finite normal-form games. // *Computer Science Review*, vol. 51, p. 100613, 2024. Available: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2023.100613>
10. Novikova H. V., et al. PERSPECTIVES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC PROCESS. // XVII International scientific and practical conference «Information technologies and automation– 2024», Odesa, Ukraine, 2024, pp. 331-333. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16936850>
11. Sulisworo D., Maryani I., Mastul A. H., and Kusumaningtyas D. A. Gamification and Artificial Intelligence in Education: A Review of Innovative Approaches to Fostering Critical Thinking. // *Systems*, 2024. Available: <https://www.researchgate.net/publication/392357532>
12. Новіков А. М. Метод автоматизації завантаження та підготовки метеоданих для системи РОДОС // XXIV Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів та студентів. Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Одеса, 2024.— С. 55–57. Available: https://ontu.edu.ua/download/konfi/2024/Conference_abstract-IT-2024.pdf
13. Ostapenko K. O. ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATIONAL FIELD. // XXIV Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених, аспірантів та студентів. Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Одеса, 2024. — С. 174–176 Available: https://ontu.edu.ua/download/konfi/2024/Conference_abstract-IT-2024.pdf

NEURAL NETWORKS IN THE PREPARATION OF TEXT INFORMATION FOR PRINTING: PROSPECTS FOR USE IN THE PREPRESS STAGE

SELMENSKA Z. M., SINYAVSKY Y. R. (Zoriana.M.Selmenska@lpnu.ua,
yurasynyavskij@gmail.com)

Lviv Polytechnic National University IPMT

The article explores the possibilities of using neural networks in the processing of textual information at the prepress stage during the production of book products. Particular attention is paid to the analysis of the functionality of modern artificial neural networks for editing, automatic proofreading, stylistic unification, text recognition and transformation, as well as layout generation in accordance with publishing standards. The advantages of implementing neural networks in the context of increasing productivity, reducing time costs, and minimizing human errors at the stage of preparing text originals for printing are considered. Examples of the use of language models such as GPT and BERT in prepress processes are presented, in particular for intelligent content analysis, automatic text structuring, semantic alignment, and content creation. The prospects for further integration of neural networks into the publishing and printing complex are identified, taking into account the specifics of book production. Recommendations are made for the optimal use of AI solutions in the practice of printing companies.

Intelligent technologies play a significant role in modern book production, allowing for the automation, optimization, and standardization of prepress processes. One of the most promising innovations in this field is the use of neural networks — artificial intelligence systems that mimic the human brain in processing information. This is particularly important when processing text information, which is traditionally a resource-intensive and multi-stage process.

The role of prepress in book production technology is important and affects the quality of the publication. The prepress stage includes: text editing; proofreading; formatting; layout; style and content generation; conversion to appropriate output formats (PDF/X-1a, EPUB, etc.); and preflight checking for printing compatibility. Each of these stages requires accuracy, time, and human resources. That is why the integration of neural network solutions is relevant and allows for a significant increase in the efficiency of prepress processes. [1]

Today, the main areas of application for neural networks in prepress preparation are new-generation optical character recognition (OCR) systems. Modern neural networks, in particular models based on deep learning, allow you to: recognize texts with poor scan quality; preserve the typography and structure of the document; support multilingual documents; automatically sort and classify large amounts of text. Notable solutions include Tesseract OCR with an LSTM neural network, Google Cloud Vision OCR, and ABBYY FineReader AI.

Intelligent editing and proofreading also play an important role. Instead of standard spell-checking algorithms, neural networks analyze the context of word usage, stylistic conformity to the genre of the publication, and semantic connections between sentences. Models such as GPT-4, ChatGPT, Grammarly AI, and LanguageTool AI allow for automatic deep editing that takes into account the stylistic requirements of scientific, artistic, or children's literature.

At the present stage, the layout process is transitioning to automated layout and adaptive design. Neural networks combined with rule-based layout systems can: automatically place headers, footers, numbering, and illustrations; adapt the layout to different formats: A5, B5, EPUB, MOBI, etc.; preserve the logic of the document structure when scaling.

Proposed developments for this operation: Grid.ai, Adobe Sensei Layout Engine, Vev.io AI Layout.

Neural networks have not bypassed the operation of generating metadata and content. Based on machine learning, it is possible to generate: book content; glossaries; thematic keywords; recommendations on ISBN topics. This is especially important for automatic indexing and cataloging of books in publishing ERP systems or digital libraries.

Automatic preflight and file validation are provided by neural network-based tools. In particular, it is possible to detect potential errors during preparation for printing (missing fonts, RGB objects, lack of

indents); generate recommendations for corrections; and adapt to printing standards (e.g., PDF/X-1a:2001 for offset printing). [2]

Analyzing the advantages of neural networks in the prepress process, it can be noted that their use ensures a reduction in the time required to process large volumes of text arrays, minimization of routine manual operations, improvement of the quality of linguistic and typographic design, the ability to learn from your own text arrays, and integration with existing DTP systems (InDesign, QuarkXPress, Scribus). [3]

Despite significant advantages, there are certain problems with using neural networks in prepress. These include:

- language limitations: not all models work well with the Ukrainian language, especially in highly specialized genres;

- ambiguity of semantics: when generating content or summaries, semantic nuances are sometimes lost;

- lack of layout control: even the best AI models cannot guarantee 100% print quality without final human control;

- ethical issues: copyright, verification of automatically generated fragments.

In the near future, we can expect: full integration of neural networks into publishing platforms (e.g., Adobe InDesign AI Plugin), the use of neural network recognition of authorial style for automatic editing and font selection, the creation of intelligent templates for publishers that automatically adapt to the genre, volume, and purpose of the book, and the development of localized Ukrainian neural networks that will better process texts created in Ukrainian.

Conclusion. Neural networks are changing the paradigm of prepress processes in publishing. They open up new opportunities for improving the quality of book production and reducing time and human resource costs. Remaining a tool to assist rather than replace humans, neural networks are already becoming an integral part of modern publishing, especially in the stages of processing text information and preparing it for printing.

REFERENCES

- [1] Holovko, V. S. Artificial Intelligence in Publishing Systems / V. S. Holovko // *Typography and Publishing Studies*. — 2023. — No. 2. — P. 34–41.
- [2] Khlynyna, Sofia. Prospects for Using Artificial Intelligence for Book Layout. — 2024.
- [3] Adobe Blog. The Future of InDesign with AI [Electronic resource]. — 2023. — Access mode: <https://blog.adobe.com>, date of access: 17.09.2025.

УДК 378.147:004.738.5

INTERACTIVE TECHNOLOGIES FOR DISTANCE LEARNING

SELMENSKIY R. A. (ruslan.a.selmenskiy@lpnu.ua)

Lviv Polytechnic National University IPMT

The article discusses the essence, types, and advantages of interactive technologies in the process of distance learning. Their importance in shaping motivation, cognitive activity, and independence of students is determined. It analyzes modern tools and approaches to the implementation of interactivity in online education. It highlights the problems and prospects for the further use of interactive technologies in higher education.

In today's educational environment, the rapid development of digital technologies has significantly transformed approaches to organizing the learning process. One of the most promising areas has been distance learning, which requires innovative forms and means of interaction between teachers and students. In this context, interactive technologies play a key role, as they are capable of ensuring a high level of engagement, feedback, and individualization of learning.

Interactivity (from Latin interactio — interaction) in the educational process is seen as the mutual activity of all participants, which ensures active involvement in the cognitive process, exchange of information, and joint creation of knowledge.

Interactive teaching methods are based on psychological comfort and cooperation between the teacher and the learner, reflection (awareness of one's own experience and thinking), and an activity-based approach, where the student is an active participant in the learning process rather than a passive consumer of knowledge.

The peculiarities of using interactive technologies in a distance learning format lie in the fact that distance learning is characterized by spatial separation, which complicates traditional forms of interaction. That is why interactive technologies are particularly important here, as they allow for synchronous and asynchronous communication (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, Moodle forums), organizing joint activities (Google Docs, Miro, Padlet), using adaptive testing systems (Kahoot, Quizizz, Socrative), introduce gamified elements (Classcraft, Duolingo for Schools), and visualize information (infographics, interactive maps, video animations). [1]

Interactivity is particularly important in a distance learning format, where it is necessary to compensate for the lack of physical presence and direct communication.

The main forms and tools of interactive technologies actively used in online education and distance learning include:

1. Online discussions and forums implemented using Moodle, Google Classroom, Discord, and Microsoft Teams platforms, which provide asynchronous interaction, critical thinking development, and a culture of discussion.

2. Video conferences and virtual classrooms, including Zoom, BigBlueButton, Webex, and Google Meet, which enable synchronous communication and interactive lectures, seminars, and consultations.

3. Interactive presentations and surveys using Mentimeter, Kahoot!, Nearpod, Slido, and Poll Everywhere services, which allow participants to engage in the process through voting, tests, and brainstorming in real time.

4. Gamification and simulation games are implemented through the use of game elements (points, achievements, ratings), simulators, case studies, and role-playing games, which significantly increases student motivation.

5. Collaborative document editing is possible thanks to Google Docs, Padlet, Miro, and Jamboard, where students can collaborate on texts, diagrams, and plans in real time.

Interactive distance learning technologies can be classified into different categories, including:

- by type of interaction, they are divided into: teacher-student (interactive lectures, surveys, chats); student-student (pair or group work, discussion rooms); student-content (adaptive learning, simulations, AR/VR courses).

- by form of organization: synchronous (video conferences, real-time discussions, polls) and asynchronous (forums, online courses, video lectures with built-in tests).

- by level of technological support: basic (LMS platforms, tests, presentations); intermediate (interactive whiteboards, gamification, built-in simulations); advanced (AR/VR courses, adaptive platforms based on artificial intelligence).

The table shows the possibilities for using interactive technologies in distance learning. [2]

Table. Analysis of the use of interactive technologies

Platform/Method	Purpose	Educational effect
Kahoot!	Online tests in quiz format	Increasing motivation, reviewing material
Miro	Shared mental maps, modeling	Developing critical thinking
Mentimeter	Real-time polling	Feedback formation
Moodle + H5P	Interactive tasks	Flexibility, customization
Google Workspace	Collaborative work on documents	Cooperation, autonomy

Interactive technologies have a number of advantages in distance learning, including high student engagement, flexibility in terms of time and space, the ability to adapt to individual learning styles, and increased motivation through visualization and gamification.

Of course, there are also risks such as technical difficulties, for example, unstable internet, etc.; information overload; high cognitive fatigue during prolonged online work; insufficient development of communication skills in some formats.

Regardless, interactive technologies continue to evolve and develop in the following directions: the use of artificial intelligence (personalization of learning, automatic assessment), the introduction of virtual and augmented reality, which will ensure the creation of a full-fledged learning environment. It is also proposed to perform data analytics to monitor educational outcomes and to conduct microlearning in the format of short video lessons with interactive elements.

Conclusion. Interactive technologies are not just a tool to support distance learning, but its very foundation. They create an active educational environment in which knowledge is acquired through collaboration, creativity, and dialogue. Their proper implementation allows not only for effective assimilation of material, but also for the formation of key competencies of the 21st century — critical thinking, communication, creativity, and collaboration. The main task remains their conscious and methodically justified use.

REFERENCES

- [1] *Vidkryta ta dystantsiina osvita: vid teorii do praktyky*, Proceedings of the III All-Ukrainian Electronic Scientific and Practical Conference, Kyiv, Ukraine, Sep. 27, 2018, L. L. Liakhotska, S. P. Kas'ian, S. V. Antoshchuk, and T. I. Siabruk, Eds. Kyiv: DVNZ "University of Education Management" of the NAES of Ukraine, 2018, 166 p.
- [2] O. M. Hramm, *Interaktyvni metody navchannia*, O. M. Kravchenko, Ed. Kryvyi Rih: Osnova, 2020, 131 p.

UDC 004.93'1:336.74

TASKS AND PROJECT MANAGEMENT FOR THE PURPOSE OF OPTIMIZING PROJECT MANAGEMENT PROCESSES

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net), KONDRATIEV OLEKSANDR
(oleksandr.kondratiev@hneu.net)

Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

The purpose of the research is to develop a system for automated analysis of user feedback based on natural language processing methods to detect tone, key aspects and topics. The object of the research is the processes of processing and analyzing user feedback in a digital environment. The subject of the research is natural language processing methods and models for automating the analysis of text feedback. The research methods include machine learning, deep neural networks, statistical methods of text analysis and methods for assessing the quality of models. Classical algorithms, neural network models and transformer architectures are used. The statistical significance of the results was experimentally confirmed and recommendations for choosing models for various scenarios were developed. The research results can be used in e-commerce, service companies, software development, marketing and analytics to automate the analysis of feedback and identify trends in large arrays of text data.

The purpose of the research is to develop a modern web application for task and project management, which will help optimize project management processes, increase the efficiency of teamwork and transparency of task performance. The object of the research is: a web application for project management that supports authentication, sprint planning, task and participant management. The subject of the research is: development of modules for user authentication, management of profiles, projects, sprints and tasks using modern web technologies. The design method is structural and functional analysis, component modeling, development using the server-side component rendering approach. An analysis of the subject area was conducted, analogues were studied, their advantages and disadvantages were identified, the concept of the application was created and its functionality was

implemented. The web application supports registration and authentication via email and social networks, multi-factor authentication, profile editing, creation and management of projects, sprints, and tasks, and most importantly, it can be used by teams for effective project management.

Statement of the problem.

In today's world, project management is a key aspect of successful organizations. Optimizing project management processes with the help of modern technologies allows you to increase the efficiency of teamwork, ensure transparency in task performance, and achieve set goals within the established deadlines.

The development of web applications for project management is becoming increasingly relevant, as such tools help teams plan, track, and coordinate their activities in real time. The goal of the research is to create a web application for project management that will provide a convenient and effective tool for organizing teamwork, planning sprints, creating and tracking tasks, and managing project participants.

To implement this project, a modern technology stack was used: Typescript, Next.js for the frontend, Supabase as a backend platform.

The work includes analyzing existing solutions in the project management market to determine their advantages and disadvantages, as well as developing and implementing new features that will improve the user experience and efficiency of the system.

Before the development began, planning was carried out: a set of functional and non-functional requirements was created, a logical and physical database model was developed, as well as UML diagrams of use cases and activities.

Figma technology was used to plan the visual part. After the application is implemented, testing will be conducted to verify that all functional requirements are met correctly and there are no errors.

The main functionalities of the web application include:

1. registration and authentication: users can create accounts through email or social networks, log in and enable multi-factor authentication for increased security;
2. profile management: ability to edit personal data and avatar;
3. creation and configuration projects: users can create projects, add logos, choose a project type, and change parameters;
4. member management: ownerThe project can invite new participants by email and remove existing ones.
5. planningsprints: creating sprints with a goal, description, start and end dates;
6. task management: creation, editing, generation of task descriptions using language model, filtering and assignment of tasks within sprints with parameters: name, description, type, status, performer, time estimate.

The process of developing a web application for project management to optimize project management processes involves creating a comprehensive solution. The main aspects of the task include developing functionality for organizing teamwork, planning sprints, managing tasks and project participants, as well as providing a convenient and intuitive interface. Thus, the goal of the web application is to provide teams with a simple and effective tool for project management, which will help increase productivity, transparency of task execution, and optimize workflows.

Presentation of the main material.

In the field of project management, there is a wide range of software tools that help teams effectively plan, execute, and monitor projects. The research examined popular alternatives such as Jira, Trello, Asana, and Monday.com in detail. Each of them has its own unique features that suit different team needs, project types, and budgets. Extensive descriptions were provided, including advantages and disadvantages. The choice between these tools depends on the needs of the team, the complexity of the projects and budget, as well as how much time you are willing to spend on mastering them.

Since all the functions of the web application are performed directly through the browser, users do not need to install additional software on their devices. This greatly simplifies the process of implementing and using the system for managing tasks and projects. To get started, it is enough to open a modern web browser, go to the application URL and wait for the page to load. After that, the user can immediately start working with the functionality, in particular, create projects, form sprints, add tasks and assign performers.

Conclusions.

As part of the research, a modern web application Sprintly for project management was developed, aimed at optimizing project management processes. The relevance of the work is due to the growing need for effective tools for organizing teamwork, planning sprints and managing tasks in the conditions of dynamic development of information technologies and the IT industry. The developed application meets modern requirements for computer information systems, providing flexibility, transparency and automation of routine processes.

The practicality of the research is the possibility of implementing the developed application in IT companies, startups, educational institutions and other organizations that require effective project management. The application allows you to increase the transparency of teamwork, optimize the planning of sprints and tasks, and also reduce the time for performing routine operations through automation. The results of testing the functional requirements confirmed the operability and compliance of the system with the specifications, which indicates its readiness for practical use.

In further research, it is planned to expand the functionality of the application, in particular, adding analytical reports, integration with artificial intelligence tools for predicting task completion times, and support for a multilingual interface.

REFERENCES

1. Kondratiev Oleksandr. Development of a web application for task and project management in order to optimize project management processes / O. Kondratiev // Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Postgraduate Students and Students "Information Technologies in the Modern World: Research of Young Scientists": abstracts, February 27–28, 2025 – Kh.: Semen Kuznets KhNEU, 2025. – P. 4.2.
2. How to create a backend using Supabase [Electronic resource] / Coding Academy // YouTube. codeacademyua. – Electronic video data. – Access mode: https://www.youtube.com/watch?v=ae2Eaz_zEqQ
3. Project Management Institute – Learn about project management standards and certifications [Electronic resource] // PMI. – Access mode: <https://www.pmi.org>.
4. Supabase – The open source Firebase alternative [Electronic resource] // Supabase. – Access mode: <https://supabase.com>.
5. Tailwind CSS – Rapidly build modern websites without ever leaving your HTML [Electronic resource] // Tailwind CSS. – Access mode: <https://tailwindcss.com>.
6. React – A JavaScript library for building user interfaces [Electronic resource] // React. – Access mode: <https://reactjs.org>.
7. React for beginners – a course in Ukrainian [Electronic resource] / IT Ukraine // YouTube. itukraine. – Electronic video data. – Access mode: <https://www.youtube.com/watch?v=Gp7d4AAe5gI>.

УДК 004.9

ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ: ОНТОЛОГІЧНИЙ, ЕПІСТЕМОЛОГІЧНИЙ ТА ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

С. АНДРЕЄВ (andreevgarage@gmail.com),
В. АНДРЕЄВА (vandreeva813@gmail.com),
Д. ГАМБУРЯН (dgamburyan09@gmail.com)
Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей»
Чугуївської міської ради Харківської області

Досліджено філософські аспекти віртуальної реальності. На основі класичних та сучасних філософських ідей (Платон, Декарт, Бодрійяр) аналізується вплив віртуальної реальності на наше сприйняття реальності. У роботі розглядаються онтологічні (природа «реальності» у віртуальному просторі), епістемологічні (достовірність знань) та феноменологічні (трансформація понять простору, часу та ідентичності) виклики. Зроблено висновки, що

віртуальна реальність вимагає нового філософського осмислення, а її вплив на суспільство, зокрема етичні та соціальні проблеми, є ключовим предметом для подальших досліджень.

Сучасний розвиток цифрових технологій та поширення віртуальної реальності ставлять перед філософією нові виклики. Віртуальна реальність надає можливість створення штучних світів, у яких людина може відчувати унікальний досвід, відрізняється від звичного фізичного сприйняття. Питання про те, чи є віртуальні світи «реальними» та як вони впливають на пізнавальні процеси й свідомість людини, що займає центральне місце в даному дослідженні. Тому потрібно провести всебічний аналіз впливу віртуальної реальності на традиційні філософські категорії та дослідити вплив технології віртуальної реальності на наше сприйняття реальності, свідомість та ідентичність [1, 78с].

Віртуальна реальність – це іммерсивне середовище, створене за допомогою комп'ютерних технологій, яка дозволяє користувачам поринути у альтернативні світи. Потрібно докладно розглянути, як VR змінює наше розуміння реальності, наприклад, як наш мозок сприймає віртуальні світи та які когнітивні зміни можуть відбуватися. Можна також обговорити можливість створення симуляцій, невідмінних від реальності [2, 59с].

Філософські роздуми про природу реальності мають глибоке історичне коріння. Вже в «Міфі про печеру» Платона закладено ідею різниці між видимим світом та істинною реальністю, недоступною безпосередньому чуттєвому досвіду. В епоху Нового часу Рене Декарт висунув гіпотезу про можливість ілюзорного світу, створюваного злим генієм, що породило питання достовірності чуттєвого сприйняття. Сучасна віртуальна реальність знову порушує ці вічні питання, пропонуючи простір, у якому кордон між симуляцією й «справжньою» реальністю стає менш очевидним.

Етичні аспекти використання віртуальної реальності включають питання конфіденційності, маніпуляції свідомістю, віртуальних злочинів та їх наслідків. Також можна розглянути потенційні соціальні та моральні виклики, пов'язані з популяризацією віртуальної реальності. Тут можна заглибитись у філософські дебати про природу реальності та ілюзії. Які метафізичні питання порушує віртуальна реальність? Як вона вписується у філософські теорії про природу буття та існування?

Тому розглянемо основні філософські аспекти віртуальної дійсності.

1. Онтологія вивчає природу буття та існування. В умовах віртуальної реальності виникає питання: чи можуть об'єкти та події, що існують у цифровому просторі, що розглядаються як «реальні»? Деякі філософи, спираючись на ідеї Жана Бодрійяра про гіперреальність та симулякра, стверджують, що різниця між реальним та віртуальним стирається, що призводить до необхідності переосмислення понять існування та справжності.

2. Епістемологія досліджує природу знання та способи його здобуття. Віртуальна реальність пропонує нові форми пізнання, дозволяючи людині отримувати досвід, який часто недоступний у фізичному світі. Однак залишається відкритим питання: наскільки достовірні знання, отримані в умовах штучно створеного середовища? Тому розглядаються проблеми критеріїв істини, надійності інформації та ролі суб'єктивного досвіду в процесі пізнання.

3. Феноменологія зосереджена на вивченні суб'єктивного сприйняття та досвіду. Віртуальна реальність дозволяє користувачеві поринути в цифровий простір, де традиційні поняття простору та часу трансформуються. Це викликає необхідність переосмислення взаємозв'язку між тілом, свідомістю та навколишнім світом.

Саме тому нами аналізуються питання ідентичності, самосприйняття та взаємодії з віртуальним середовищем, які є центральними для феноменологічного підходу.

Технологія еволюціонуватиме та який вплив матиме на суспільство покаже у найближчі десятиліття. Розвиток технологій віртуальної та доповненої реальності, а також інтеграція штучного інтелекту, відкривають нові горизонти для філософських досліджень. Необхідно звернути увагу на перспективи подальшого розвитку віртуальної реальності, її вплив на культуру, освіту, медицину та соціальні інститути. Особлива увага повинна приділятися приділяється етичним та соціальним питанням, таким як залежність від цифрових світів, підміна реального спілкування віртуальними аватарами та проблеми конфіденційності даних. Майбутнє віртуальної

реальності повинно сприйматися як фактор, здатний радикально змінити уявлення про самосвідомість та суспільний устрій.

Отже, віртуальна реальність постає як потужний каталізатор переосмислення традиційних філософських категорій. Аналіз історичних передумов, сучасних викликів та перспектив розвитку дозволяє стверджувати, що віртуальна реальність не лише розширює межі пізнання, а й вимагає нового підходу до розуміння буття, знання та суб'єктивного досвіду.

Філософія віртуальної реальності стає найважливішим інструментом осмислення динамічно мінливого світу цифрових технологій та підготовки суспільства до нових форм існування. Філософія віртуальної реальності допомагає нам зрозуміти глибокі та складні питання, пов'язані з нашим сприйняттям, ідентичністю та моральними нормами в епоху технологічних нововведень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Gualeni, Virtual Worlds as Philosophical Tools: How to Philosophize with a Digital Hammer. Palgrave Macmillan, 2015, 254 p.
2. S. Gualeni, Virtual Existentialism: Meaning and Subjectivity in Virtual Worlds. Palgrave Macmillan, 2020, 149 p.

УДК 37.01/09

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИХОВАННЯ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ОСВІТІ: ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ

С. АНДРЕЄВ (andreevgarage@gmail.com),
О. СТОРОЖУК (lenactor@meta.ua),
К. ЄЛІЗЕВ (elizevkirill08@gmail.com),
Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей»
Чугуївської міської ради Харківської області

У статті досліджується роль гейміфікації як ефективного інструменту виховання в сучасній українській освіті. Автори аналізують переваги та ризики застосування ігрових механік для розвитку соціальних і моральних якостей учнів.

У сучасній українській освіті важливу роль відіграє виховний процес, що спрямований на формування в учнів моральних якостей, громадянської та патріотичної позицій. Одним з ефективних інструментів у цьому процесі є гейміфікація, яка застосовує ігрові механіки для досягнення освітніх та виховних цілей.

Гейміфікація перетворює традиційні монотонні заняття на захопливі ігрові активності [1]. Це сприяє не лише кращому засвоєнню інформації, а й виконує важливі виховні функції, зокрема: через гру діти навчаються взаємодіяти один з одним, приміряють на себе різні соціальні ролі, що є ключовим для їхньої подальшої інтеграції в суспільство; гейміфікація стимулює учнів шукати нестандартні рішення, розвиває їхній емоційний інтелект та сприяє ефективнішому використанню розумового потенціалу.

Використання гейміфікації підкреслює тісний взаємозв'язок між освітнім та виховним процесами [2]. Це дозволяє формувати у школярів необхідну базу навичок та умінь у ненав'язливій формі, що сприяє їхньому гармонійному розвитку та підготовці до пізнавальної діяльності в майбутньому.

Таким чином, головною метою гейміфікації у виховному процесі є формування ключових навичок та соціальних компетенцій, необхідних для всебічного розвитку особистості [3].

Для максимальної реалізації всіх вищезгаданих можливостей гейміфікації педагогу необхідно дотримуватися кількох важливих її принципів: наочне відображення прогресу; система балів за

виконані завдання; конкуренція, призові місця та рейтинги; технологія гейміфікації полегшує все, що здається складним й незрозумілим; дослідження нового.

Роль педагога під час проведення виховного заходу, як і раніше, дуже важлива, оскільки він коригує помилки, стежить за процесом та, за необхідності, допомагає розібратися у важких ситуаціях.

Однією з форм гри є квест. Методисти дають таке визначення цієї технології: інтерактивна гра з сюжетною лінією, яка полягає у вирішенні різних завдань та головоломок. Квест вирішує відразу кілька виховних завдань: розвиток критичного мислення та вміння ставити й досягати мети; набуття дітьми навичок працювати у команді та конструктивно мислити; виховання у дітей почуття підтримки та взаємодопомоги; формування об'єктивної самооцінки. Тема квесту, як і напрямок, може бути будь-яким.

Квест має творчий характер, завдяки чому у дітей також розвивається нестандартне мислення. Виконуючи поставлені різні завдання на визначених станціях, в нагороду вони отримують певну кількість балів. Так квест набуває елементів змагальної гри. Обов'язковим елементом будь-якого квесту є маршрутний лист, який вручається командам перед початком. Маршрутний лист має бути логічно вивіреним й продуманим так, щоб команди не перетнулися на одній і тій самій станції квесту.

Говорячи про підготовку такого заходу необхідно врахувати, що завдання організаторів квесту для дітей полягає у створенні особливої атмосфери, зробити завдання для станцій цікавими, а проведення захоплюючим та веселим.

Таким чином, квест є одною із сучасних форм роботи педагогів з дітьми, що сприяє формуванню моральних якостей особистості, дружби, почуття взаємовиручки та взаємодопомоги.

Педагог, для найбільш ефективної роботи з виховання повноцінної гармонійно розвиненої особистості школяра, повинен застосовувати у своїй роботі сучасні методи. До таких відносяться інтерактивні комп'ютерні технології.

Дані технології та методичні аспекти їх застосування є досить молодого галуззю педагогіки. В даний час розроблено та використовується чимала кількість комп'ютерних технологій гейміфікації.

У зв'язку із заборонаю на використання гаджетів на уроках, застосування інтерактивних комп'ютерних технологій гейміфікації залишається можливим під час позаурочної діяльності школярів.

Одне із завдань, що стоїть перед педагогами є духовно-моральне виховання дітей. Для цього нерідко організовують екскурсії до різних музеїв. Однак, буває і так, що відвідати якийсь музей немає можливості. У такій ситуації на допомогу педагогу приходять інтерактивні комп'ютерні технології. Застосовуючи платформи для створення онлайн-екскурсій вчитель може як провести, так й створити свою онлайн-екскурсію будь-яким світовим музеєм та навіть містом.

Таким чином, інтерактивні комп'ютерні технології як один із методів гейміфікації має високий виховний потенціал та повністю відповідає сучасним запитам освітньої системи.

При цьому педагог, використовуючи комп'ютерні технології, повинен пам'ятати про дитяче фізичне та духовне здоров'я, адже в умовах цифровізації життя страждає зір, постава дітей, з'являються проблеми із травленням тощо. Не можна не відзначити й того факту, що у дітей, які багато часу проводять за комп'ютером, спостерігається чимало психологічних проблем, одна з яких – комунікативні складнощі. Для їх подолання в арсеналі педагога є різні методи, один з яких зветься «театралізована гра».

Особливістю театралізованої гри є драматизація того, що відбувається [4]. Сюжет, характери персонажів та їх дії визначені сюжетом, з урахуванням якого пишеться сценарій постановки. Проте, сценарій не є готовою методичкою, що обмежує творчість дітей, а лише підказує певні сценічні дії, які дітям належить втілити під час гри, проявивши свою кмітливість та фантазію. Тому театралізовану гру відрізняє емоційність, яка сприяє розкриттю психологічного потенціалу дітей. Завдяки цьому йдуть комплекси, діти навчаються висловлювати свої емоції, що позитивно позначається на формуванні повноцінної, психологічно здорової особистості.

Театралізована гра в даний час є потужним засобом навчання дитини вести діалог зі своїми однолітками, що дає можливість подолати комунікативні труднощі, а також встановлення

довірчих відносин між дітьми, формування доброзичливих якостей характеру дитини, виховання почуття підтримки та взаємодопомоги у дітях.

Також, театралізована гра дозволяє залучити інтерес до читання у дітей, що в процесі виховання естетичних та морально якостей особистості є важливим чинником. Нарешті, завдяки покращенню комунікативних навичок дітей, можна говорити й про покращення психологічного здоров'я як окремо взятої дитини, так і психологічного клімату у дитячому колективі.

Таким чином, у театралізованій грі закладено величезний виховний потенціал, який дозволяє вирішувати безліч завдань, що в наш час, коли цифровізація всіх сфер життя досягла величезних масштабів, дає можливість педагогу та дітям зберігати баланс між віртуальним та реальним життям.

При цьому необхідно відзначити, що використання технології гейміфікації має велику кількість як позитивних сторін, так й негативних, на яких необхідно зупинитися докладніше.

Позитивними рисами технології є: інтеграція учня до колективу; інтеграція дитини в умови, що змінюються; можливість дитини випробувати безліч соціальних ролей; можливість проведення патріотичних заходів.

Гра є важливою частиною розвитку та соціалізації дитини у суспільстві. Так, активні ігри на вулиці, проведені вчителями у школі чи вихователями у таборах відпочинку, як ніхто інший підходить для об'єднання колективу дітей чи інтеграції новенького в команду. Оскільки вирішення спільних завдань, так ще й у творчій атмосфері, дозволяють дітям активніше співпрацювати один з одним, а аура гри розвиває сором та розкриває креативне мислення дитини.

Гейміфікація дозволяє подолати складності під час переходу від одного ступеня до іншого. Так дитині з дитячої садочки ще важко сидіти за партою, оскільки вона ще не звикла займатися навчальною діяльністю та гра дозволяє поступово перейти від ігрової діяльності дитсадка до освітньої. Також гейміфікація дозволяє простіше пояснювати складне дітям, тож на уроках суспільствознавчих дисциплін діти можуть випробувати різні соціальні ролі. Такі як: суддя, злочинець, прокурор, адвокат тощо. Це дозволяє не лише краще запам'ятати інформацію уроку, а й зацікавити учнів до безлічі професій та пояснити вже банальне «всі професії потрібні, всі професії важливі».

Гейміфікація передбачає не тільки використання рухливих командних ігор у позашкільний та урочний час, але й використання цифрових сучасних технологій. Це розвиває можливості використання дитиною мережі Інтернет та частково вирішує проблему, що виникла останнім часом, у вигляді токсичної поведінки дітей через анонімність та безкарність, шляхом особистого прикладу спілкування вихователя.

Негативними чинниками є: підміна цілей; проблема інтернет спілкування та комп'ютерних ігор; складність реалізації.

Підміна цілей призводить до того, що діти звикають розважатися, а не працювати. Це може призвести до негативних наслідків. Якщо дитина буде не готова до дорослого життя, їй буде важко виконувати важку монотонну роботу. Гейміфікація є дієвим способом урізноманітнення сірих буднів, але зловживати нею теж не варто.

Наступною проблемою може стати використання інтернет-майданчиків. Діти з низьким рівнем соціалізації можуть піти у віртуальний світ, повністю ігноруючи спілкування з однолітками, а світ ігор барвистіший та цікавіший, може сприяти до звикання, хоч й у старшому віці діти менш схильні до цього явища, проблема залишається відкритою.

Отже, проблеми виникають у процесі не тільки реалізації, а й на стадії планування. Багато ігор вимагають багато часу. А у вчителя й так стиснутого рамками уроку, немає зайвого часу ні на обмірковування нових ігор для дітей, ні на їх проведення. Рішенням може бути проведення ігор у позаурочний час, проте тут наріжним каменем є мотивація як учнів, так і самого вчителя.

Таким чином, гейміфікація є чудовою підмогою для вчителя за достатньої кількості часу. Під час використання елементів гейміфікації за достатнього спостереження з боку вчителя, може відбуватися соціалізація дитини, зрощування колективу. Використання гейміфікації дозволяє творчо розкритися дитині, розвиває її критичне мислення та дозволяє їй нестандартно вирішувати завдання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Г. М. Тельман, "Аналіз нових підходів до оцінки геймплею", Сучасні педагогічні технології, № 12-1, с. 103-114, 2019.
2. О. О. Іващенко, "Трансформація сфери освіти в умовах впровадження цифрових технологій", Педагогіка, т. 5, № 69, с. 6-27, 2022.
3. П. В. Кіріченко, Гейміфікація навчального процесу: Методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Педагогіка». Ужгород: Хвиля, 2022.
4. Я. Д. Певко, "Ігрофікації в освіті", Сучасна освіта, № 15, с. 77-81, 2017.

ГЕЙМІФІКАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ: ЯК ІГРОВІ МЕХАНІКИ ПІДВИЩУЮТЬ МОТИВАЦІЮ СТУДЕНТІВ

БАБЕНКО А.Ю. (anna.babenko@student.karazin.ua)

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Гейміфікація навчального процесу – це впровадження ігрових механік у традиційні освітні практики з метою підвищення зацікавленості, залученості та внутрішньої мотивації студентів. Сучасна система освіти стикається з викликами, пов'язаними зі зниженням уваги, пасивністю та браком взаємодії між учасниками навчального процесу. Використання елементів гри дозволяє створювати середовище, яке активізує пізнавальну діяльність, підвищує рівень самостійності та сприяє формуванню практичних компетентностей. Основними інструментами гейміфікації виступають бали, рейтингові таблиці, рівні, сюжетні завдання та колективні квести, що роблять навчання більш захопливим і результативним.

Проблема, яка лежить в основі дослідження, полягає в необхідності подолання зниження навчальної мотивації у студентів та недостатньої ефективності традиційних методів викладання, що часто не відповідають динамічним вимогам сучасного цифрового суспільства [1]. Для її вирішення були поставлені такі завдання: визначити, що саме в ігровій формі навчання найбільш впливає на підвищення інтересу та активності студентів; дослідити психолого-педагогічні умови успішного впровадження гейміфікації; оцінити вплив ігрового підходу на рівень досягнень та розвиток ключових компетентностей студентів [4].

Суть дослідження полягає у системному вивченні впливу балів, рівнів, змагальних елементів, систем винагород і колективних ігор на динаміку навчального процесу [2]. Було з'ясовано, що гейміфікація здатна не лише підвищувати інтерес до навчання, а й сприяти формуванню навичок критичного мислення, співпраці, самоконтролю та довготривалої внутрішньої мотивації [4]. Аналіз результатів показав, що успіх застосування ігрових механік залежить від чіткого визначення навчальних цілей, збалансованого поєднання гри та змісту дисципліни, а також від урахування індивідуальних особливостей і потреб студентів [5].

У ході дослідження було встановлено, що впровадження гейміфікації суттєво підвищує внутрішню мотивацію студентів, оскільки бали, рівні, система досягнень та рейтингові таблиці викликають емоційне задоволення, стимулюють прагнення до змагання і сприяють досягненню нових результатів [3]. Спостерігалось зростання активності та залученості до навчального процесу: студенти охочіше брали участь у заняттях, швидше виконували домашні завдання, частіше взаємодіяли з викладачем і групою. Паралельно покращувалися навчальні результати – учасники гейміфікованих курсів демонстрували вищий рівень засвоєння теоретичного матеріалу, кращі показники тестових робіт та більшу здатність до практичного застосування знань [1]. Додатково було зафіксовано розвиток важливих соціальних та когнітивних компетентностей, зокрема критичного мислення, самоконтролю, навичок планування та командної взаємодії, що особливо помітно проявлялося під час виконання колективних квестів і сюжетних місій. Разом з тим дослідження підкреслило, що ефективність гейміфікації безпосередньо залежить від грамотного дизайну навчальної гри: надмірна концентрація на змаганні або винагородах може

знижити навчальну цінність і спричинити швидке згасання інтересу. Таким чином, гейміфікація постає не лише додатковим елементом навчального процесу, а й потужним педагогічним підходом, здатним за умови правильного балансування між грою та змістом значно покращити результати та підвищити мотивацію студентів [5].

Висновки дослідження підтверджують, що гейміфікація є ефективним засобом підвищення якості навчання та стимулювання активності студентів [3]. Вона створює позитивний емоційний фон, формує у студентів відчуття досягнення, сприяє розвитку мотивації та бажання навчатися самостійно, а також підтримує довготривалі освітні результати. Важливим є те, що ефективність гейміфікації залежить від правильного поєднання ігрових елементів із навчальними цілями та від урахування індивідуальних особливостей студентів [4]. Успішне застосування цього підходу дозволяє зробити навчальний процес більш динамічним, інтерактивним і орієнтованим на практичні компетенції, забезпечує розвиток командної роботи та критичного мислення, а також сприяє формуванню самостійності й відповідальності за власне навчання [2]. Таким чином, гейміфікація виступає не лише інструментом стимулювання, а й стратегічним педагогічним засобом модернізації освіти, що відповідає сучасним потребам студентів і освітнього середовища загалом, дозволяючи поєднувати ефективність навчання з емоційною залученістю та творчим підходом до навчальних завдань [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, "From Game Design Elements to Gamefulness: Defining 'Gamification'," Proc. 15th Int. Academic MindTrek Conf., 2011, pp. 9–15.
- [2] K. M. Kapp, The Gamification of Learning and Instruction, San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012.
- [3] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, "Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification," Proc. 47th Hawaii Int. Conf. System Sciences, 2014, pp. 3025–3034.
- [4] Z. Zainuddin, S. K. W. Chu, M. Shujahat, and C. J. Perera, "The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence," Educ. Res. Rev., vol. 30, p. 100326, 2020.
- [5] L. Sokolenko, "Гейміфікація як засіб підвищення мотивації студентів у процесі навчання," Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія Педагогіка, vol. 1, no. 15, pp. 34–42, 2022.

УДК 004.624

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ПРИ СТВОРЕННІ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

БЕВЗ С.В.¹, БУРБЕЛО С.М.¹, БАБІЙЧУК І.С.²

(bevz.svitlana.v@gmail.com, smburbelo@gmail.com, babiychuk.vania@gmail.com)

¹Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

²Вінницький національний технічний університет

Розглянуто використання засобів гейміфікації при створенні мобільних систем на платформі Android. Запропоноване рішення поєднує змагальний ефект (систему балів, досягнень, рейтингів) з аналітичним модулем збору та візуалізації статистичних даних, що підвищує мотивацію користувачів та забезпечує довготривале використання системи.

Вступ

Розвиток сучасних технологій обумовлює розробку та впровадження мобільних систем спеціалізованого призначення. Для зацікавлення користувачів і забезпечення тривалого та ефективного використання мобільних застосунків інтегрують засоби гейміфікації як корисний функціонал. Мобільні системи поширюються у різних сферах діяльності людини. Використання принципів гейміфікації розглянемо на прикладі мобільної системи підтримки здорового способу життя. Здорове харчування має велике значення у повсякденному житті. Особливої актуальності

сьогодні набувають системи підтримки здорового харчування для лікування і реабілітації поранених в умовах воєнного часу. Мобільні застосунки для контролю харчування стають популярними, проте ефективність їх використання залежить від зацікавленості користувачів. Для підвищення регулярності оновлення даних вводяться ігрові механіки: змагальний ефект, система бонусів та рейтингів [1-3]. Завданням роботи є розробка мобільної системи для підтримки здорового способу харчування з вбудованими механізмами гейміфікації та аналітики.

Розробка мобільної системи

Система акумулює базові модулі:

- UI-модуль, що відповідає за введення даних, відображення статистики, нагород, рейтингів;
- модуль харчування, який веде облік калорій, білків, жирів і вуглеводів;
- аналітичний модуль, призначений для обробки даних, формування статистики та графіків;
- модуль гейміфікації, який забезпечує нарахування балів, присвоєння рівня досягнень й оновлення рейтингу.

Модель роботи мобільної системи з гейміфікацією наведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Модель роботи спеціалізованої мобільної системи з гейміфікацією

Нарахування балів здійснюється модулем гейміфікації при введенні даних про прийом їжі. Якщо добові показники тримаються в межах заявленої цілі, система нараховує бонусні бали.

Система здійснює моніторинг умов досягнень, аналізує накопичені бали й тривалість активності дій користувача в середовищі мобільного застосунку.

Щодня відбувається оновлення рейтингу з урахуванням персональних досягнень й отриманих балів.

Важливого значення для ефективної роботи системи й забезпечення комфортної взаємодії з користувачем має наочна візуалізація даних. Аналітичний модуль за акумульованими статистичними даними будує графіки і діаграми для обраного періоду дослідження. Результати дослідження допомагають оцінити прогрес і прийняти рішення щодо можливості корегування стратегії [4].

Для мотивації користувачів у додатку реалізовано набір механізмів гейміфікації, що ґрунтуються на принципах змагання і винагород. Серед основних елементів виділимо нарахування балів, отримання відзнак (бейджів) та формування таблиці лідерів [2, 3].

Аналітичний модуль відповідає за збір та обробку статистичних даних. Він формує щоденні чи довгострокові статистичні звіти: розраховує тренди ваги, середнє споживання калорій і макроелементів, відсоток виконання цілей харчування тощо. Дані відображаються у вигляді графіків (лінійні графіки ваги, кругові діаграми структури макронутрієнтів, гістограми розподілу калорій) та таблиць прогресу. Інтерфейс візуалізує користувачу наочні діаграми прогресу, що дозволяють оцінити отримані результати. При цьому модуль аналітики за результатами порівняння отриманих фактичних даних з цільовими показниками може генерувати набір персоналізованих рекомендацій.

Висновки

Таким чином, впровадження механізмів гейміфікації в мобільні системи спеціалізованого призначення сприяє підвищенню мотивації користувача до використання застосунку. Запропонована модель системи з чітким розподілом функціональних модулів й реалізацією алгоритмів нарахування балів та присудження рівнів досягнень забезпечує адаптацію ігрових елементів до поведінкових моделей дій користувача. Це забезпечує користувачу високий рівень

комунікаційного комфорту і сприяє популяризації розроблених мобільних застосунків у сфері обумовленого спеціалізованого призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гейміфікація [Електронний ресурс] – Вікіпедія. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Гейміфікація>.
2. Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification” [Електронний ресурс] // Proc. of the 15th Int. Academic MindTrek Conference. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
3. Hamari J., Koivisto J., Sarsa H. Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification [Електронний ресурс] // Proc. of the 47th Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS). – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>.
4. Lister C., West J.H., Cannon B., Sax T., Brodegard D. Just a fad? Gamification in Health and Fitness Apps [Електронний ресурс] // JMIR Serious Games. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://games.jmir.org/2014/2/e9/>.

УДК 004.4+378

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ З ІСТОРІЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

БРІЛЬОВ Є. Ю., СТІЮК А. М. (andrii.striuk@knu.edu.ua)
Криворізький національний університет

Метою є проєктування та реалізація програмного забезпечення комп'ютерної гри з історії інженерії програмного забезпечення. Гра виконана в жанрі візуальної новели. Спроектовано сюжетну структуру гри, що в інтерактивній формі розповідає про кризу програмного забезпечення та конференцію «Software Engineering» 1968 року. На основі реальних фото створено візуальні локації та образи персонажів. Розроблений продукт орієнтований на широке коло користувачів, які цікавляться історичним аспектом програмного забезпечення, а також може використовуватись як ілюстративне доповнення до курсу «Основи інженерії програмного забезпечення».

Інженерія програмного забезпечення — це одна з наймолодших галузей інженерії, яка почала активно розвиватися у другій половині XX століття. Її виникнення стало відповіддю людства на нові виклики, пов'язані із швидким розвитком комп'ютерних технологій і необхідністю створення більш складних, масштабних та надійних програмних систем. Історія появи цієї дисципліни тісно переплітається з кризою програмного забезпечення, яка виникла у 60-х роках минулого століття. У рамках міжнародної конференції НАТО в 1968 році вперше прозвучала концепція "інженерії програмного забезпечення". Її метою було розроблення нових принципів, методів і технологій, які б забезпечували якісніший, надійніший та більш організований процес створення програмних продуктів. В цей момент почалося формування теоретичної бази дисципліни: стандартизація процесів розробки, впровадження моделей життєвого циклу програми, розроблення підходів до тестування і забезпечення якості, а також створення засобів управління проєктами. Звіт про конференцію «Software Engineering» 1968 року [1] є цінним документом не лише з історичної точки зору, але й для навчання майбутніх програмістів, адже він окреслює фундаментальні концепції, які стали основою сучасної програмної індустрії. Але вивчати протоколи конференції без розуміння історичного контексту доволі нудно. Особливо для студентів, що тільки стикаються з цією спеціальністю. Тому виникла ідея розкрити історію зародження інженерії програмного забезпечення у формі комп'ютерної гри в стилі візуальної новели. Завдяки такому формату історія інженерії програмного забезпечення стане не просто хронологією подій, а живою інтерактивною пригородою.

Освітній потенціал візуальних новел неодноразово підкреслювався різними дослідниками. Так, зокрема, в статті [2] розглядаються досвід використання візуальних новел для вивчення літературних творів, а в [3] – принципи педагогічного проєктування ігор в жанрі візуальних новел. Існують яскраві приклади візуальних новел, таких як *Attentat 1942*, *Venti Mesi* та *Golden Threads*, що через інтерактивну історію знайомлять з історичними подіями. Що ще раз доводить, що візуальні новели, завдяки унікальному поєднанню інтерактивності, графіки та глибокого сюжету, можуть бути ефективним і цікавим інструментом в освітньому процесі.

Тож, маючи на меті створити інтерактивну розповідь про формування інженерії програмного забезпечення, ми перейшли до проєктування сюжетної структури гри. В сюжеті гри було виділено три акти:

Акт 1 – Вступ. Введення в проблематику розробки програмного забезпечення, визначення основних проявів кризи програмного забезпечення.

Акт 2 – Участь в конференції 1968 року. Спілкування з учасниками. Обговорення шляхів подолання кризи програмного забезпечення. Окреслення основних засад та задач інженерії програмного забезпечення.

Акт 3 – Імплементация здобутих знань. Гравець намагається в своїй компанії запровадити інженерні засади в розробці програмного забезпечення.

Відповідно до загального задуму, було спроектовано детальну структуру (рис. 1) з деталізацією сцен та локацій, а також персонажами, з якими буде взаємодіяти гравець. Відповідно до цієї схеми, події гри починаються у вигаданій американській компанії «Software Services», де наш герой – провідний програміст. Його команда працює над великим програмним проєктом, але стикається з численними труднощами. Шукаючи шляхи вирішення проблем директор компанії відряджає героя на конференцію «Software engineering» в Гарміш.

Наступні події відбуваються в готелі Sonnenbichl, в якому і проходить конференція. В готелі гравець спілкується та вступає в дискусії з відомими учасниками конференції, такими як Фредерік Бауер, Пітер Наур, Едсгер Дейкстра та інші. В спілкуванні з персонажами гравець знайомиться з основними ідеями щодо впровадження інженерних підходів в розробку програмного забезпечення. Після того, як герой поспілкувався з усіма учасниками, провів дискусії та дебати, він може повернутись в рідну компанію. Опинившись знову в компанії Software Services герой разом з директором обговорюють зміни, що потрібно запровадити для імплементції інженерних підходів в розробку програмного забезпечення. В цьому діалозі гравцю потрібно обирати правильні варіанти відповідей з запропонованих дій. За кожен правильний вибір гравцю нараховуються бали. Всього можна набрати під час відповідей 10 балів. В залежності від того, скільки балів набрав гравець, він отримує одне з можливих досягнень та завершень гри. Таким чином останній акт виконує фактично роль контролю знань про основні інженерні принципи в розробці програмного забезпечення, а також дає гравцю зворотний зв'язок – чи зрозумів він основну проблематику, що обговорювалась на конференції 1968 року та основні принципи, що покладено в інженерію програмного забезпечення.

Основною ігровою механікою візуальних новел є діалоги. В нашому варіанті діалоги можна розділити на три групи:

- звичайні діалоги, в яких присутні вибори реплік, що впливають на певну відповідь опонента;
- розширені діалоги, під час яких важливо задати всі питання зі списку та отримати всі відповіді;
- діалоги з оцінкою, під час яких гравець набирає бали за правильні відповіді.

Наступним етапом розробки став вибір ігрового рушія. Найвідомішими рушіями, що використовуються для візуальних новел є Ren'Py, Unity з відповідними пакетами для створення новел, TyranoBuilder, Visual Novel Maker та Godot. Для нашого проєкту було обрано рушій Ren'Py, що є безкоштовним та поєднує в собі простоту використання і функціональність.

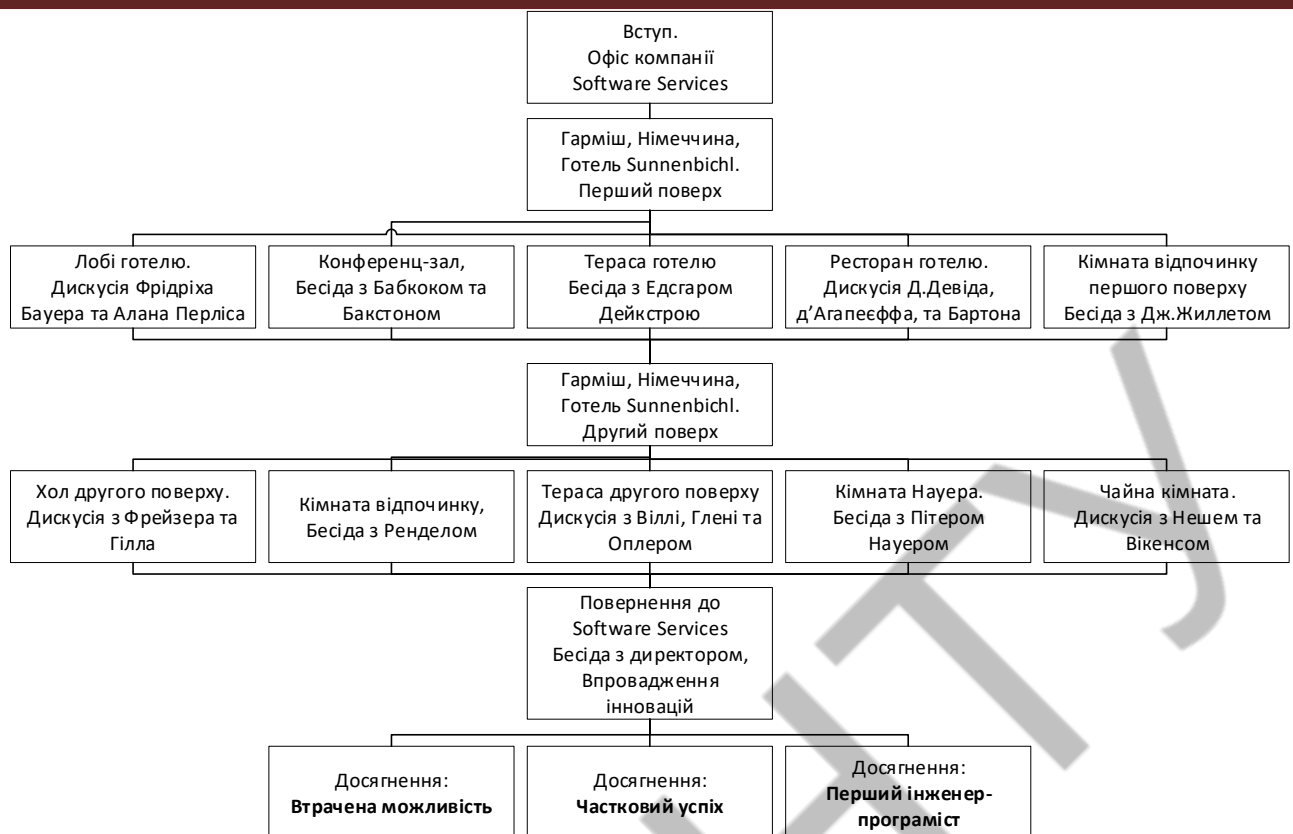


Рис. 1. Сюжетна структура гри

Окремим викликом стала побудова візуальних сцен. В архівах інтернету ми знайшли підбірку фотографій, зроблених під час конференції. Проте, ці фотографії доволі низької якості, тож безпосередньо використати їх для побудови сцен гри було неможливо. Тож ми знайшли сучасні фотографії цього готелю та його приміщень і за допомогою засобів штучного інтелекту стилізували їх під вигляд 60-х років. Аналогічним чином ми підійшли й до створення персонажів, обробивши фотографії реальних учасників конференції. Таким чином сцени гри, хоч і з певною умовністю, стали наближеними до реальних історичних подій.

Отже, ми розробили гру, що присвячену історії розвитку інженерії програмного забезпечення та базується на реальних історичних подіях. Основна мета гри – створення захоплюючого навчального середовища, яке дозволяє гравцям не лише дізнатися про ключові події, але й поринути у світ видатних особистостей і їх внеску в становлення галузі. Окрім розважальної функції, планується використовувати гру як інтерактивний навчальний інструмент, доповнення до курсу «Основи інженерії програмного забезпечення», що допоможе студентам закріпити отримані знання через ігровий досвід.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. NATO Software Engineering Conference. [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20120501060221/http://homepages.cs.ncl.ac.uk/brian.randell/NATO/N1968/index.html>
2. M. Himes, "Visual Novel Based Education in English Literature", *Press Start*, vol. 8, iss. 2, 2022. [Online]. Available: <https://press-start.gla.ac.uk/press-start/article/view/206/118>
3. K. Øygardslia, C. L. Weitze, J. Shin, "The Educational Potential of Visual Novel Games: Principles for Design", *Replaying Japan*, vol. 2, 2020. [Online]. Available: https://ritsumei.repo.nii.ac.jp/record/13382/files/rcgs_2_%EF%BE%83%E3%83%BBgardslia.pdf

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ – СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КЛІНІЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

АННЕНКОВА І.П. (annienkova.iryana@onmedu.edu.ua),
БУРЯЧКІВСЬКИЙ Е.С. (eduard.buryachkivskyj@onmedu.edu.ua),
УСИЧЕНКО К.М. (kateryna.usychenko@onmedu.edu.ua)
Одеський національний медичний університет

Упровадження цифрових технологій у вищу медичну освіту останніми роками зазнало значного прискорення, особливо на тлі пандемії COVID-19, що змусила освітні установи шукати альтернативи традиційному навчанню. Цифрові інструменти — такі як віртуальна і доповнена реальність (VR/AR), симуляційні платформи, мобільні застосунки, телемедицина, інтерактивні платформи для самостійного навчання, електронні бази знань — стали невід'ємною частиною сучасної медичної освіти. Одним з сучасних інструментів розвитку сучасної медичної освіти є гейміфікація. Саме вона є найбільш адаптованою для сучасного покоління студентів. В освітньому процесі на клінічних кафедрах Одеського національного медичного університету використовуються різні варіанти гейміфікації, в залежності від рівня підготовки професорсько-викладацького складу та матеріально-технічного забезпечення. Глобальні зміни в суспільстві, інформаційні технології, нові освітні потреби покоління Z та швидкий розвиток знань спричинили трансформацію не лише змісту, але й форм, методів та філософії навчання. Відбулася зміна парадигми — від викладачоцентричної моделі до студент-орієнтованої, що докорінно вплинула на роль викладача та підходи до проєктування освітнього процесу.

Упровадження цифрових технологій у вищу медичну освіту останніми роками зазнало значного прискорення, особливо на тлі пандемії COVID-19, що змусила освітні установи шукати альтернативи традиційному навчанню.

Останні десятиліття позначені стрімким зростанням кількості цифрових пристроїв серед учасників освітнього процесу — як серед студентів, так і викладачів. Розвиток мобільних технологій, доступність планшетів, смартфонів, ноутбуків та носимих пристроїв (wearables) докорінно змінили спосіб отримання та передачі знань, спричинивши цифрову трансформацію освіти [1]. Серед найбільш важливих змін слід зазначати: масове проникнення гаджетів в освіту, новий рівень функціональності гаджетів, диспропорції у доступі до якісних гаджетів.

Згідно з даними дослідження UNESCO (2021), понад 70% студентів у світі мають постійний доступ до мобільного пристрою з інтернетом, що дозволяє їм взаємодіяти з освітніми платформами, відеолекціями, віртуальними лабораторіями та онлайн-бібліотеками [2]. Аналогічні тенденції простежуються й у викладацькому середовищі — зросла кількість фахівців, які використовують персональні пристрої для проведення занять, оцінювання, комунікації та створення навчального контенту [3].

Не лише кількість, а й якість гаджетів суттєво покращилась: сучасні пристрої мають високу обчислювальну потужність, тривалий час автономної роботи, високу якість зображення й можливості для AR/VR-технологій. Це розширює спектр інструментів, які можуть використовуватись в освітньому процесі — від симуляцій клінічних ситуацій у медичній освіті до тривимірного моделювання в інженерних дисциплінах [4][5].

Особливо важливими є гаджети з сенсорними екранами та можливістю стилусного введення — такі пристрої (наприклад, планшети на базі iPad або Microsoft Surface) дозволяють здійснювати інтерактивне викладання, креслення, анотування схем тощо [6].

Попри загальне зростання цифрової оснащеності, залишається цифровий розрив між учасниками освітнього процесу, обумовлений соціально-економічним статусом, регіональними особливостями, а також рівнем цифрової грамотності. У дослідженнях OECD (2020) наголошено, що до 30% студентів у країнах із середнім рівнем доходу мають лише обмежений доступ до

гаджетів належної якості, що негативно впливає на їхню академічну успішність, особливо у форматі дистанційного або змішаного навчання [7].

Цифрові інструменти — такі як віртуальна і доповнена реальність (VR/AR), симуляційні платформи, мобільні застосунки, телемедицина, інтерактивні платформи для самостійного навчання, електронні бази знань — стали невід'ємною частиною сучасної медичної освіти.

Впровадження інноваційних технологій є необхідністю з точки зору особливостей сучасного покоління студентів. Зараз в ВНЗ України навчаються студенти покоління Z. Це діти, які ростуть серед цифрових технологій, величезної кількості інформації, Інтернету і прямого ефіру. Якщо бебі-бумери — це дискети, "ікси" — CD диски, міленіали — флешки, то покоління Z вже не було б фізичним носієм. Їх можна порівняти з хмарним сховищем. Вони — не доповнення до інтернету, вони — інтернет. Отже, зети — це діти інтернету та сучасних технологій. За рахунок цього, вони не мали типового дитинства «у дворах», тому не є командними гравцями, їх треба вчити цьому. Z відкидають колись священні соціальні табу і хочуть різноманітності у своєму житті й кар'єрі. На відміну від усіх їхніх попередників, зетів не мотивують ані гроші, ані будь-яке кар'єрне зростання. Більше того, вони геть не самостійні і постійно потребують, аби хтось вказував їм на те, чим вони мають займатися. Більше, ніж попередні покоління, вони одержимі безпекою, зосереджені на терпимості та подоланні соціальної нерівності.

Одним з сучасних інструментів розвитку сучасної медичної освіти є гейміфікація. Саме вона є найбільш адаптованою для сучасного покоління студентів. Серед переваг такого методу навчання слід підкреслити можливість багаторазового та тривалого тренування студентів без жодної загрози життю та здоров'ю пацієнта, формування навичок роботи в команді, наближеної до реальності в лікувально-профілактичному закладі, розвиток комунікативних навичок, клінічного мислення, а також підвищення мотивації студента до навчання. Засвоєння навіть складної інформації є більш ефективним, якщо використовуються інтерактивні методи навчання.

В освітньому процесі на клінічних кафедрах Одеського національного медичного університету використовуються різні варіанти гейміфікації, в залежності від рівня підготовки професорсько-викладацького складу та матеріально-технічного забезпечення.

Віртуальні симулятори — незамінний варіант гейміфікації, якщо мова йде про навчання наданню невідкладної допомоги. В залежності від рівня симуляції використовуються:

- манекени-торси для ін'єкцій, апарати для відпрацювання базових навичок серцево-легеневої симуляції (низький рівень симуляції (Low-fidelity));
- комп'ютерні тренажери для лапароскопії та інших оперативних та діагностичних втручань, манекени-моделі з частковою інтерактивністю або симулятори, що реагують на дії користувача. (середній рівень симуляції (Medium-fidelity));
- людиноподібні симулятори пацієнтів (наприклад, SimMan, Victoria), реалістичні тренажерні кімнати: операційна, приймальне відділення, палата (високий рівень симуляції (High-fidelity)).

За допомогою такого обладнання можливе моделювання різних клінічних ситуацій, наприклад робота медичної команди в умовах операційної або надання невідкладної допомоги та сортування поранених в бойових обставинах. Повноцінна інтерактивна симуляція з реалістичними умовами та високим зануренням дає можливість студенту з'ясувати, як саме працює медичний персонал в різних обставинах.

Рольові ігри та клінічні кейси — невід'ємна частина освітнього процесу на клінічній кафедрі, бо без такого навчання неможливим є розвиток клінічного мислення та опанування клінічних компетенцій. Така методика не потребує значних фінансових витрат та спеціальної підготовки викладача. Клінічний кейс може бути представлений за допомогою традиційної медичної документації (карта стаціонарного/амбулаторного хворого, результати лабораторних та інструментальних досліджень, фотографії самого пацієнта) або з використанням спеціальних платформ (Cusus, OpenLabyrinth). Студенти розбирають клінічний кейс в ролі лікаря, пацієнта або його родичів. приймають рішення щодо діагностики й лікування, подальшого менеджменту пацієнта.

Навіть розв'язання тестових завдань може бути представлене у вигляді гри з використанням онлайн-платформ. Таких ресурсів багато, серед найпоширеніших Kahoot, Quizizz, Mentimeter. В режимі реального часу за допомогою власних гаджетів студенти відповідають на питання, одразу

ж отримують результат наочно. Разом з викладачем обговорюються помилки, причини їх виникнення та шляхи усунення.

Таким чином, цифрова трансформація медичної освіти відкриває нові перспективи для підвищення її якості, однак її ефективна реалізація потребує комплексного підходу — технічного, педагогічного, нормативного та етичного.

Глобальні зміни в суспільстві, інформаційні технології, нові освітні потреби покоління Z та швидкий розвиток знань спричинили трансформацію не лише змісту, але й форм, методів та філософії навчання. Відбулася зміна парадигми — від викладачоцентричної моделі до студент-орієнтованої, що докорінно вплинула на роль викладача та підходи до проєктування освітнього процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] N. Selwyn, *Education and Technology: Key Issues and Debates*. Bloomsbury Publishing, 2016.
- [2] UNESCO, *Digital Learning and Education in the COVID-19 Era*. 2021. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org>
- [3] M. Bond *et al.*, "Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: a systematic evidence map," *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 36, no. 4, pp. 35–55, 2020.
- [4] L. Johnson *et al.*, *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium, 2017.
- [5] M. Kalantzis and B. Cope, *New Learning: Transformative Designs for Pedagogy and Assessment*. Cambridge University Press, 2012.
- [6] P. Churchward and T. Bugg, "Tablet technologies and education: The influence of mobile devices on learning," *Journal of Mobile Learning*, vol. 7, no. 2, pp. 54–68, 2018.
- [7] OECD, *The Impact of COVID-19 on Education: Insights from Education at a Glance 2020*. [Online]. Available: <https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>

РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСОНАЖІВ НАСТІЛЬНОЇ РОЛЬОВОЇ ГРИ ПІДЗЕМЕЛЛЯ ТА ДРАКОНИ (DND)

ВОЙДЮК І.В. (ihorvoidyk20031013@gmail.com)

Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті

В роботі описано створення нової програми для автоматичної генерації листів персонажів у настільних рольових іграх. Проаналізовано наявні аналоги, оцінено їхні можливості та визначено основні шляхи для поліпшення. Запропоноване рішення має спростити підготовку до гри, зменшити час на створення персонажів і зробити цей процес більш зручним для початківців.

Актуальність проблеми. Підземелля та дракони (Dungeons&Dragons, D&D) вже протягом сорока років займає лідерські позиції серед настільних рольових ігор у світі. Одним із ключових етапів підготовки до гри є генерація персонажа, що вимагає від гравця значного часу та концентрації. Цей процес включає заповнення аркуша персонажа, визначення характеристик, вибір класу та рівня, розподіл навичок, вибір заклинань, а також підбір спорядження [1]. Для початківців це може бути складним завданням, а для досвідчених гравців – монотонною рутиною. У зв'язку з цим існує потреба в програмних інструментах, які могли б автоматизувати процес створення персонажа, роблячи його швидшим, зручнішим і доступнішим для широкої аудиторії.

Мета дослідження. Створення застосунку на мові Python з використанням бібліотеки Tkinter, призначеного для автоматичної генерації повної інформації про персонажа D&D 5-ї редакції. Програма повинна мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, мінімізувати складність ручних

обчислень і стати корисним інструментом для різних категорій користувачів: від тих, хто лише починає знайомство з грою, до досвідчених гравців.

Виклад основного матеріалу. Вибір Python обумовлений його гнучкістю, лаконічним синтаксисом і широким спектром бібліотек, що дозволяють реалізувати генерацію випадкових характеристик і створити зручний графічний інтерфейс. Tkinter, як стандартна бібліотека для розробки графічного інтерфейсу користувача в Python, надає можливості для створення застосунків з різними інтерактивними елементами: кнопками, перемикачами, полями введення тексту та іншими. У розробленому додатку користувач має можливість вибрати клас персонажа (наприклад, воїн, чаклун, жрець, пройдисвіт), вказати рівень, після чого програма автоматично генерує повний аркуш із характеристиками, здоров'ям (HP), класом броні (AC), доступними навичками і заклинаннями.

Для генерації характеристик застосовується класичний підхід 4d6, відкинути найменше значення, який відповідає правилам п'ятої редакції D&D. Обчислення кількості очок здоров'я враховує базове значення для кожного класу і модифікатор витривалості, що забезпечує баланс і відповідність офіційним правилам. Графічний інтерфейс усуває необхідність використання командного рядка, роблячи застосунок доступним навіть для користувачів без спеціальної технічної підготовки. Особлива увага приділяється тому, щоб результати генерації були представлені в структурованому та зрозумілому вигляді, що імітує стандартний бланк персонажа.

Порівняльний аналіз існуючих рішень. На ринку представлені онлайн-сервіси, наприклад, DnDBeyond та Roll20. Вони пропонують широкий набір інструментів, включаючи інтеграцію з онлайн-платформами, але мають певні обмеження: потребують платної підписки, постійного підключення до Інтернету, можуть мати складний інтерфейс і хоч вони спрощують створення персонажа, але не роблять цього автоматично [2]. У порівнянні з ними, локальний застосунок, розроблений на Python, має ряд переваг: простота використання, незалежність від Інтернету, відкритий вихідний код і можливість налаштування під потреби конкретної групи. Для його використання не потрібна реєстрація, і він дозволяє швидко отримати готовий результат без обмежень.

Практичне значення результатів дослідження. Розроблений застосунок може знайти застосування в клубах настільних ігор і студентських гуртках і освітніх програмах. D&D все частіше застосовується в освітньому процесі для розвитку критичного мислення, навичок командної роботи та творчих здібностей. Автоматизоване створення персонажів дозволяє учасникам більше уваги приділяти сюжетній лінії гри, не витрачаючи час на технічні деталі. Крім того, сам процес використання застосунку може бути використаний як навчальний приклад для студентів, які вивчають Python і розробляють власні проекти у сфері програмування.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розробка застосунку на Python з використанням Tkinter для автоматичного створення персонажів D&D 5-ї редакції є актуальним завданням, що поєднує інтереси ігрової спільноти з освітніми практиками. Цей інструмент робить процес створення персонажів швидким і зручним, знижує бар'єр для новачків і спрощує його для досвідчених гравців. У майбутньому можливе розширення функціональності застосунку, наприклад, шляхом інтеграції з базами даних заклинань і спорядження, зберігання аркушів у форматі PDF, реалізації підтримки різних мов і навіть застосування штучного інтелекту для створення індивідуальних сценаріїв. Таким чином, розроблений застосунок може стати не тільки корисним інструментом для гри, але й навчальним ресурсом для освоєння основ програмування та роботи з графічними інтерфейсами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. Official Dungeons & Dragons Player's Handbook. Wizards of the Coast, 2014.
- [2]. Roll20. Онлайн-платформа для рольових ігор: <https://roll20.net/>

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІХ ПРОЦЕСАХ НА ПРИКЛАДІ ЗАНЯТЬ З МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

ВОЙТИК Т.Г. (dreem55@i.ua), КОПЄЙКІНА Т.Г. (tgkopeykina@gmail.com)

Одеський національний морський університет

Військова академія (місто Одеса)

Метою цих тез є демонстрація практичного застосування гейміфікації для підвищення інтересу та ефективності навчання на прикладі таких дисциплін, як математика та фізика. Робота має на меті показати, як ігрові механіки можуть допомогти краще зрозуміти абстрактні концепції, розвинути навички розв'язання задач та підвищити їхню мотивацію до вивчення точних наук.

Гейміфікація – це використання ігрових елементів, механік та дизайну в неігровому контексті, зокрема в освітньому. На відміну від повного занурення в гру, гейміфікація запозичує лише її найуспішніші компоненти, щоб зробити процес навчання більш захопливим і менш монотонним.

Гейміфікація важлива для вивчення та засвоєння математики та фізики. Ці науки часто сприймаються як складні та абстрактні дисципліни, що вимагають значних зусиль та концентрації. Це може призвести до зниження мотивації та, як наслідок, до низьких академічних результатів. Гейміфікація допомагає подолати ці бар'єри, перетворюючи «сухі» формули та закони на захопливі виклики.

Застосування гейміфікації на заняттях з математики на прикладі вивчення алгебри. Квести та місії. Замість стандартного набору задач, можна створити квест під назвою «Математична експедиція». Кожен етап квесту – це серія завдань, які учні мають розв'язати, щоб «відкрити» нову частину сюжету або отримати «ключ» до наступного рівня. Наприклад, щоб перейти до розв'язання квадратних рівнянь, учні мають правильно виконати завдання на розкладання многочленів на множники.

Система балів та ранги: Замість традиційних оцінок, можна запровадити систему балів, де за кожну правильно розв'язану задачу учень отримує певну кількість балів. Ці бали можуть супроводжуватися візуальними елементами, наприклад, значками, що відповідають «рангам»: «Новачок», «Експерт», «Майстер».

Турніри: Періодично можна проводити «Математичні турніри» з використанням інструментів на кшталт Kahoot! або Quizlet Live, де учні змагаються в режимі реального часу, розв'язуючи задачі на швидкість. Це не лише перевіряє знання, але й розвиває швидкість мислення.

Застосування гейміфікації на заняттях фізики на прикладі вивчення механіки.

Віртуальні лабораторії. Замість нудних розрахунків можна проводити віртуальні експерименти у симуляторах, таких як PhET Interactive Simulations. Наприклад, під час вивчення законів Ньютона можна змінювати силу, масу та спостерігати, як це впливає на прискорення об'єкта. Це перетворює навчання на захоплюючу інтерактивну гру.

Розробка проектів. Запропонувати створити власну «міні-гру» або анімацію за допомогою програми Scratch, яка ілюструє фізичне явище. Наприклад, змоделювати рух маятника або падіння тіла. Це не лише закріплює знання, а й розвиває навички програмування та креативне мислення.

Системи досягнень: Після проходження кожного розділу (наприклад, «Кінематика», «Динаміка», «Енергія»), учень може отримати «Досягнення», які візуально відображають його прогрес. Це мотивує його до подальших звершень, оскільки він бачить, як далеко він пройшов.

Гейміфікація – це не просто розвага, а потужний освітній інструмент, здатний перетворити вивчення точних наук з обов'язку на захопливе заняття. Використання ігрових елементів, таких як бали, значки, квести та змагання, сприяє підвищенню мотивації, глибшому розумінню матеріалу та розвитку критичного мислення.

На прикладі математики та фізики ми бачимо, як гейміфікація може зробити абстрактні концепції конкретними та цікавими. Вона дозволяє учням брати активну участь у процесі

навчання, експериментувати та відчувати задоволення від досягнення мети, що є ключовим фактором для довгострокового успіху в академічній діяльності.

Гейміфікація також актуальна для вищої освіти. У вищих навчальних закладах студенти часто стикаються з великим обсягом теоретичного матеріалу, що вимагає самодисципліни та постійної концентрації. Вища математика та фізика, з їхньою абстрактністю та складністю, можуть викликати у студентів демотивацію, особливо, якщо вони не бачать безпосереднього зв'язку між теорією та практикою. Гейміфікація може створити динамічне та інтерактивне середовище, яке перетворює навчання з пасивного споживання інформації на активну діяльність.

Застосування гейміфікації у вищій математиці на прикладі вивчення диференціальних рівнянь. Вивчення даного розділу можна розділити на етапи, кожен з яких відповідає певній темі: лінійні, нелінійні рівняння, системи диференціальних рівнянь тощо. Студенти "відкривають" нові рівні після успішного виконання завдань з попереднього. Це створює відчуття прогресу та досягнення.

Задачі-квести: Домашні завдання можуть бути представлені у форматі «квестів», де для розв'язання складної задачі потрібно виконати кілька проміжних кроків. Наприклад, щоб знайти загальний розв'язок диференціального рівняння, студент спочатку має розв'язати однорідне рівняння, потім знайти частинний розв'язок, і лише після цього об'єднати результати. За кожен етап він отримує бали, що підкріплює його зусилля.

Рейтинги та змагання: На платформі курсу (наприклад, Moodle) можна створити таблицю лідерів, що показує бали студентів. Це стимулює здорову конкуренцію. Додаткові бали можуть нараховуватися за розв'язання «бонусних» завдань підвищеної складності.

Застосування гейміфікації у фізиці на прикладі вивчення квантової механіки. Віртуальні симуляції та "пісочниці": Квантова фізика є дуже абстрактною. Використання віртуальних лабораторій та симуляторів (наприклад, для моделювання руху частинок в потенціальній ямі) дозволяє студентам візуалізувати та взаємодіяти з концепціями, які неможливо побачити в реальному житті. Студенти можуть змінювати параметри та спостерігати за наслідками, що перетворює процес на експериментальну гру.

Сюжетна лінія: Навчальний матеріал можна подати у вигляді «наукової експедиції» або «місії», де кожен розділ – це новий виклик. Наприклад, місія «Розшифрувати таємницю атома», де студенти, вивчаючи рівняння Шредингера та інші закони, крок за кроком «розкривають» будову атома.

Досягнення та значки: За виконання практичних завдань або успішне проходження тестів, студенти можуть отримувати «значки» або «трофеї», наприклад, «Майстер хвильової функції», «Експерт з операторів». Це не просто бали, а візуальне підтвердження їхнього прогресу.

Таким чином, гейміфікація у вищій освіті – це ефективний підхід для подолання бар'єрів, пов'язаних із складністю точних наук. Вона дозволяє перетворити рутинні завдання на мотиваційні виклики, сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, розвиває навички розв'язання проблем та стимулює конкуренцію.

Застосування ігрових механік у викладанні вищої математики та фізики доводить, що навіть найбільш абстрактні та складні дисципліни можуть стати цікавими та доступними. Гейміфікація не замінює класичні методи викладання, а доповнює їх, створюючи інноваційне та студентоцентроване освітнє середовище, що відповідає вимогам сучасності.

Переваги. Підвищення мотивації: ігровий формат робить навчання більш захопливим, що спонукає учнів і студентів до активності.

Покращення результатів. Завдяки залученості, учні краще засвоюють матеріал і демонструють гарні результати.

Розвиток навичок. Гейміфікація допомагає розвивати критичне мислення, навички розв'язання проблем та командної роботи.

Виклики. Важливо, щоб гейміфікація не відволікала від головної мети – засвоєння матеріалу. Впровадження може вимагати спеціалізованого програмного забезпечення або обладнання. Створення ефективних гейміфікованих завдань вимагає часу і креативності від викладача.

Поширення та перспективи.

Гейміфікація – це не просто модний тренд, а глибока філософія, що змінює підхід до освіти. Вона дозволяє перетворити навчання з рутинного процесу на захопливу пригоду, де кожен може

відчути себе героєм, що долає виклики та отримує нагороди за свої зусилля. Впровадження гейміфікації в школах і вишах – це неминучий крок до модернізації освітньої системи.

Гейміфікація сприяє розвитку персоналізованого навчання, де кожен учень чи студент рухатиметься своїм темпом, отримуючи індивідуальні завдання, адаптовані до його рівня та інтересів.

Вона не замінить викладача, але стане його потужним помічником, який допоможе зробити навчання більш ефективним, залучаючи покоління, що виросло в цифрову еру. Навчання, що базується на гейміфікації, не лише передає знання, але й виховує в учнях і студентах стійкість, креативність і здатність долати труднощі, що є ключовими навичками для успіху в сучасному світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волошена В, Гейміфікація як інтерактивний засіб навчання математики. Освітні технології, vol. 33, pp. 57–67, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-57-67>
2. Ткач К.Ю. Інтерактивні методи навчання на уроках математики з використанням ІКТ. / Ткач К.Ю. Гоменюк Г.В. //Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Тернопіль, 2022. № 9. С. 184–187.
3. Толок Д., Дейніченко Т. Інноваційні форми і методи в навчанні математики. / Толок Д., Дейніченко Т. //Інноваційні педагогічні технології в цифровій школі : тез доп. учасників IV Всеукр. (з міжнар. участю) наук.-практ. конф. молод. учених, Харків, 11–12 трав. 2022 р. / с. 219–221.

ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В КРАЇНАХ СВІТУ

С.ГЛАДЧЕНКО (vessta_odessa@ukr.net), О.ДИХАН (oleksandrtykhan11vzv@gmail.com)
Військова академія (м.Одеса)

Проаналізовано вплив гейміфікації на навчальний процес. Визначено умови та методики, які забезпечують результативність ігрових підходів у навчанні, а також показано переваги їх використання для підвищення зацікавленості та успішності здобувачів освіти.

Сьогодення визначає подальші напрями поступового розвитку освіти. Багато з традиційних методів не завжди можуть утримати увагу здобувачів освіти. Нові покоління тягнуть до швидкої інформації, інтерактивності і яскравій візуалізації. Педагоги які рухаються в ногу з часом шукають нові методи, які влаштують і учнів і викладачів.

Гейміфікація стала тим самим ключовим методом який може вирішити подальший вектор розвитку освітнього процесу.

Використання елементів гри в тих сферах, де зазвичай елементи ігор не використовували називається гейміфікацією. Для освіти це означає, що завдання, тести та навіть лекції можуть проводитись в ігровому середовищі в форматі пригоди. Учні можуть отримувати додаткову мотивацію за рахунок системи підняття рівнів та елементів змагання під час занять. Дані дії здатні підвищити зацікавленість учнів, а сам процес зробити більш захоплюючим.

Одним з ключових є те, що даний процес допомагає вирішити одну з найбільших проблем освітян – низьку зацікавленості та затримку уваги. Учень побачить, що навчання швидко подає інформацію та зацікавиться ігровим процесом то він і затримає увагу на дисципліні і буде непомітно для себе отримувати знання до того навіть з ненависних предметів.

Гейміфікація має велику кількість плюсів. По-перше, мотиваційний фактор, що є ключовим у навчанні на різних рівнях. По-друге, більша можливість виконувати практичні аспекти зайняття, а не лише засвоювати на теорії. По-третє, завдання в грі розвивають критичне мислення, вміння не стандартно мислити та шукати шляхи вирішення проблем. По-четверте, в практиці гри за команду вона вчиться працювати разом, ділитися ролями, допомагати один одному. І головне, навчаючись

через гру, діти входять на заняття з мотивацією та інтересом, а не з примусу.

Minecraft: Education Edition – один з яскравих освітніх проєктів [1]. Гра є чудовим прикладом ігрового проєкту, який може бути спрямований на гейміфікацію. Його вже давно використовують у шкільних уроках інформатики та історії в країні його походження - Швеції. Учні мають можливість відтворювати історичні події, реставрувати пам'ятки архітектури і навіть створювати нові світи — щось більше, ніж читання монотонного тексту з підручника — вони віртуально інсценують історичні події в грі [4]. В Японії ігри розвивають командну роботу: Майнкрафт, зокрема, дозволяє їм будувати віртуальні міста, розподіляти обов'язки та укладати угоди щодо різних стратегій і реалізації певних проєктів, тому досвід вчить їх спілкуватися, слухаючи один одного та працюючи в команді. Сполучені Штати використовують Minecraft для вивчення і візуалізації математики, фізики й хімії [5]. Учні вираховують фізичні величини, створюють моделі будови речовин, проводять експерименти у віртуальному середовищі. Це забезпечує краще розуміння абстрактних понять, бо освітянин бачить все на практиці [2].

Україна також має приклади впровадження Minecraft у школах. Учні розбудовують у грі замки та фортеці, переносять карти місцевості й таким чином вивчають історію та географію. Існують проєкти, які за підтримки UNICEF, організовують простір, в якому учні не тільки грають, а й засвоюють необхідні знання з програмування та безпеки в інтернеті [3]. Це демонструє, що гейміфікація є наступним кроком у розвитку нашої освіти.

Після проведення дослідження можна сказати, що гейміфікація є новим інструментом, який може змінити парадигму навчання. Інструмент поєднує обов'язкові знання та ігрові процеси більш комфортно для нового покоління. Школярі та студенти можуть застосовувати кращу концентрацію та мотивацію до навчання, одночасно розвиваючи особисті навички. Навчання стає цікавим, інтерактивним, близьким учням у майбутньому. Ігрова механіка допомагає прискорити цей розвиток.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. GGServers Blog. Minecraft as a learning tool in schools worldwide [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://ggservers.com/blog> (дата звернення: 29.08.2025).
2. Kyiv Post (архів). Minecraft offers innovative education tools, becomes popular in Ukraine [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://www.kyivpost.com/> (дата звернення: 01.09.2025).
3. Minecraft Education. Your Future Academy – Ukraine initiative [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://education.minecraft.net/> (дата звернення: 01.09.2025).
4. Silicon Angle. Swedish school makes Minecraft compulsory for classrooms [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу: <https://siliconangle.com/> (дата звернення: 29.08.2025).
5. The Local Sweden. Minecraft becomes compulsory in Swedish school [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу: <https://www.thelocal.se/> (дата звернення: 01.09.2025).

УДК 378.14

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТІ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ АКТУАЛЬНИХ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ГРИБАНОВА С.А., БОНДАРЕНКО К.А. (studyklkhnuvs@gmail.com)

Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

Розглянуто аспекти використання гейміфікації в освіті як чинника формування професійних компетентностей, висвітлено тенденції в освітній практиці у контексті використання гейміфікації, як систематизації практичного досвіду використання.

В умовах цифрової трансформації освіти впровадження гейміфікації формує необхідну мотивацію, розширює межі професійного та особистісного розвитку для всіх суб'єктів освітньої діяльності. Гейміфікація дозволяє впроваджувати різні психолого-педагогічні прийоми та методи для досягнення цілей навчання, серед яких відокремлення стратегічних й тактичних цілей при виконанні вправ, підтриманні необхідного рівня та концентрації уваги здобувачів вищої освіти. Комбінування різних варіантів складності виконуваних завдань й на цій основі виявлення їхніх здібностей, своєчасного вирішення, моделювання та впровадження ігрових ситуацій для формування та розвитку певних професійних компетентностей тощо.

У контексті розвитку інформатизації освітньої діяльності гейміфікація оптимально доповнює традиційну освіту з акцентом на використання ігрових прийомів у навчанні, залученні учасників гейміфікації до вирішення колективних завдань, досягнення особистісних та групових цілей при вивченні деяких тем навчальної дисципліни курсу у формі гри, розкриття їхніх здібностей у рамках командних завдань та формування, таким чином, необхідних відповідних професійних компетентностей у освітній діяльності.

У значній частині психолого-педагогічних досліджень з гейміфікації спостерігається проблемний та поки недостатній рівень використання основних ідей гейміфікації в освітньому процесі, що додатково вказує на актуальність проблем аналізу гейміфікації для формування професійних компетентностей при виконанні освітніх програм.

У процесі навчання під гейміфікацією розуміють певні технології, пов'язані з впровадженням ігрових компонентів в освітній процес на основі використання алгоритмів, що раніше використовувалися в різних програмах комп'ютерних ігор. Не можна не відзначити основні чинники, що визначають розвиток інтересу до використання гейміфікації у процесі навчання в контексті формування професійних компетентностей, серед яких, наприклад, пізнавальний інтерес до гри, освітній потенціал гри в цілому, актуальна потреба використання цифрових технологій у сучасній освіті, розвиток навчальної мотивації при використанні ігрових елементів, педагогічний потенціал використання програмного забезпечення та платформ з гейміфікованими технологіями в системі з відкритим вихідним кодом.

На сьогоднішній день, в основному у вищій освіті, існує досить велика кількість досліджень, присвячених обґрунтуванню методів організації гейміфікованого навчання. Аналіз таких праць дозволяє відзначити тенденції в освітній практиці, в контексті використання гейміфікації, як систематизації практичного досвіду використання гейміфікації та розробки її теоретико-методологічних засад, спрямованих на досягнення певних освітніх результатів.

При використанні гейміфікації в освіті можна виділити певну послідовність навчання. Спочатку доцільно викласти концепцію завдання, потім навести приклади для цього поняття. Викладач повинен виділити час для обговорень та роздумів, які пов'язують практику з концепцією. Здобувача освіти необхідно навчитися ставити мету, мати мету, формулювати план, реалізовувати його, отримувати зворотний зв'язок від виконуваних дій та актуалізувати своє розуміння в контексті освітнього процесу [1].

Основні елементи, які сприяють успішному навчанню при використанні гейміфікації, можна описати наступним чином: контекстуалізація, чітке завдання, закріплення, релевантність, дослідження, зворотний зв'язок та залучення уваги на відповідних етапах. Ці елементи є шаблоном для створення та впровадження ефективної гейміфікації в навчальній групі. Іншими словами, замість того, щоб грати у відеогру в групі, є можливість перетворити освітній курс на гру.

Наприклад, Лі Шелдон перетворив свій клас на гру. Дослідник почав з того, що змінив звичну шкалу оцінювання на шкалу рівнів, очок досвіду та символічних оцінок. На першому рівні у гравців буде нуль очок досвіду, що перекладається як «F». У міру виконання квестів і отримання очок досвіду вони підвищують рівень. Крім того, він перетворив курс на масову багато користувальницьку рольову онлайн-гру (MMORPG) у середовищі реального часу. Вікторини можна назвати «перемогою над монстрами», письмові роботи – «крафтингом», а завдання – «квестами». Деякі з цих квестів можуть бути індивідуальними або груповими, в залежності від поставленого завдання. Якщо у завданні використовуються групові ситуації, гравцям надається можливість таємного голосуванням для оцінювання учасників своєї групи. У голосуванні лідеру групи присуджується 100 балів, лідеру рейду – 75 балів, продовольчий запас – 25 балів, а за розтрату пайків – нуль балів. Крім того, завдання можуть мати елементи «гравець проти

оточення» та «гравець проти гравця». Дослідник також дозволив гравцям вибирати нікнейм. Багато ігрових елементів такого роду можуть бути використані для гейміфікації традиційного або онлайн-курсу в освітній практиці [2].

Приклади гейміфікації, які вже використовуються та перевірені в освітній практиці. Платформа Duolingo вважається одним із найпопулярніших онлайн-ресурсів для вивчення іноземних мов. Навчатися можна як через сайт, так і через додаток, а для досягнення навчальних цілей курсу та мотивації здобувачів використовуються певні методи гейміфікації, що відображають рівень проходження учасників, наочні таблиці досягнень лідерів та відстаючих, колірне яскраве виконання додатку для позитивної емоційності освітнього процесу тощо.

Ігрова платформа Minecraft Education Edition, яка спочатку розроблювалась для навчальної практики, дозволяє викладачам та здобувачам взаємодіяти у спеціальному інформаційному середовищі. Педагоги мають можливість створювати власні завдання, запрошувати здобувачів онлайн до виконання цих завдань. Прийнято вважати, що використання ігрових методів на цій платформі сприяє успішному викладанню програмування, але може також використовуватися і в інших сферах освітньої практики.

Навчальна онлайн-платформа «Classcraft», в контексті гейміфікації, є ігровим «двигуном», завдяки якому можна будувати та впроваджувати рольові ігри для формування мотивації та розвитку співпраці між її учасниками. Ця платформа оптимальна не тільки для очного навчання, а й для змішаного навчання

Для формування особистості майбутнього професіонала та розвитку особистісних якостей здобувачів освіти (студентів, курсантів) велике значення сьогодні набуває формування громадянської та патріотичної позиції в процесі навчання. І тут теж неocenенна роль ігрових технологій, зокрема, гейміфікації.

Використання гейміфікації, в умовах цифрової трансформації освіти, має використовуватися в логіці взаємозв'язку з формуванням професійного досвіду здобувачів і, що важливо, цей ігровий досвід (у контексті конкретної ігрової ситуації, що моделює різні аспекти майбутньої професійної діяльності) дозволяє по-новому реалізувати підхід до формування професійних компетентностей – від ігрової діяльності, в рамках освітнього процесу, до її теоретичного осмислення [3].

У контексті цифрової трансформації освіти гейміфікація є однією з технологій професійної підготовки, яка з позицій методики професійної освіти пов'язана з використанням в освіті підходів, характерних для комп'ютерних ігор. Реалізація гейміфікації (використання спеціально підібраних ігрових інструментів) у контексті формування певних професійних компетентностей формує необхідну мотивацію для освітньої діяльності, розширює межі професійного та особистісного розвитку.

Хоча сьогодні, з впровадженням цифрових технологій, більшість сучасних прикладів гейміфікації є цифровими, конвергенція медіа та поширенні обчислення все більше стирають значні існуючі відмінності між цифровими та нецифровими артефактами, але ігри та ігровий дизайн самі по собі є трансмедіальними категоріями. Ігри являють собою збірні категорії й лише в сукупності вони складають гру, і в цьому сенсі важливо визначити ключові елементи гейміфікації. Першим із цих важливих елементів є неігровий контекст: гейміфікація використовує ігри для інших цілей, окрім звичайного очікуваного використання для розваг.

Гейміфікація дозволяє впроваджувати різні психолого-педагогічні прийоми й методи для досягнення цілей навчання, включаючи, наприклад, розмежування стратегічних та тактичних цілей при виконанні завдань курсу, підтримання необхідного рівня уваги і концентрації здобувачів, комбінування різних варіантів складності виконуваних завдань і, виходячи з цього, виявлення здібностей учасників до своєчасного вирішення цих завдань, моделювання та реалізацію різних ігрових ситуацій для формування та розвитку певних професійних компетентностей тощо. Можна з упевненістю сказати, що в умовах глобалізації та інформатизації освітньої діяльності гейміфікація оптимально доповнює вже існуючу традиційну освіту, з акцентом на використання ігрових прийомів в освіті, залучення учасників гейміфікації до вирішення колективних завдань, досягнення особистих і групових цілей при виконанні курсу в ігровій формі, розкриття своїх здібностей у рамках виконання командних завдань і, таким чином, формування необхідних відповідних професійних компетентностей у рамках освітньої діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Арно В.В. Напрями цифровізації освіти / Харків: Фоліо, 2020. – 325 с.
2. Петренко Д. В., Куц П. П. Гейміфікація в освітньому середовищі / Житомир: Світ книги, 2023. – 276 с.
3. Скасків Г. М. Впровадження технологій гейміфікації в освітній процес ЗВО. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Київ: Гельветика. Вип. 83. 2021. С. 156-161.

УДК 004.04

КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КРЕАТИВНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ В УНІВЕРСИТЕТІ

ГУДАНИЧ Н. М. (hudanych.NM@pdpu.edu.ua),
Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»

Розглянуто потенціал комп'ютерних ігор як інноваційного інструменту розвитку креативності здобувачів освіти в університеті. Показано, що ігрові технології стимулюють творче мислення, підвищують мотивацію до навчання та сприяють інтеграції знань. Наведено приклади їх використання у різних освітніх напрямках. Зроблено висновок про ефективність комп'ютерних ігор як інноваційного інструменту розвитку креативності у закладах вищої освіти.

Сучасна система вищої освіти України перебуває у стані активної трансформації, що зумовлено комплексом глобальних чинників, серед яких особливе місце посідають процеси цифровізації, інтернаціоналізації та інтеграції у європейський освітній простір. Зазначені тенденції актуалізують необхідність переосмислення освітніх стратегій і методологій, орієнтованих на формування у здобувачів не лише професійних знань, а й універсальних компетентностей, які забезпечують конкурентоспроможність на міжнародному ринку праці [1]. Одним із пріоритетних завдань сучасної університетської освіти виступає розвиток креативності як ключової компетентності здобувачів вищої освіти [4].

Креативне мислення розглядається науковцями як здатність майбутнього фахівця до продукування нових ідей, використання інноваційних стратегій і нестандартних підходів у процесі розв'язання професійних і життєвих проблем. Важливою складовою креативності є гнучкість мислення, що забезпечує адаптацію до динамічних умов сучасного суспільства та сприяє реалізації інноваційного потенціалу особистості. У цьому контексті особливу увагу привертають комп'ютерні ігри, які в сучасних педагогічних дослідженнях дедалі частіше позиціонуються як ефективний інструмент розвитку творчих здібностей. Їх освітній потенціал полягає у поєднанні принципів інноваційної педагогіки, мультимедійних технологій та інтерактивного навчання, що створює умови для занурення здобувачів у середовище моделювання реальних і проблемних ситуацій [5].

Встановлено, що комп'ютерні ігри впродовж тривалого часу розглядалися переважно як форма дозвілля, орієнтована на розвагу та відпочинок. Проте сучасні наукові пошуки у сфері педагогіки та освітніх технологій дедалі частіше інтерпретують їх як ефективний інструмент навчання і виховання, що має значний дидактичний потенціал. Аналіз результатів новітніх досліджень засвідчує, що гейміфікація та використання ігрових симуляцій сприяють стимулюванню інтелектуальної активності здобувачів освіти, розвитку навичок прийняття рішень у змінних умовах, формуванню вміння ефективно співпрацювати у команді, а також підвищенню здатності до аналізу й інтерпретації складних проблемних ситуацій [6].

Згідно з положеннями конструктивістської теорії (Ж. Піаже) та концепції дослідницького навчання (Д. Дьюї), освітній процес набуває найбільшої результативності тоді, коли здобувач освіти безпосередньо взаємодіє з інформацією та має змогу конструювати власні знання на основі

особистого досвіду, експериментування та рефлексії. Саме ігрове середовище створює умови для реалізації такого підходу, забезпечуючи можливість моделювати різноманітні життєві й професійні ситуації, відпрацьовувати стратегії пошуку альтернативних рішень, здійснювати критичне осмислення отриманих результатів та оцінювати їх практичну значущість [2].

Переконливими видаються позиції відомих дослідників та авторитетних учених у галузі педагогіки й інформаційно-комунікаційних технологій (В. Биков, О. Буров, Р. Гуревич, А. Гуржій, В. Кремень, М. Лещенко, О. Листопад, С. Литвинова, В. Луговий, Л. Лук'янова, І. Мардарова, Н. Морзе, Н. Ничкало, В. Олексюк, П. Саух, С. Сисоєва, О. Спірін, О. Топузов, А. Яцишин та ін.), які обґрунтовують значний дидактичний потенціал комп'ютерних ігор у системі вищої освіти. Наголошується, що університетська практика на сучасному етапі демонструє широке коло можливостей інтеграції ігрових технологій в освітній процес.

Зокрема, акцентується на ефективності використання комп'ютерних симуляторів у професійній підготовці майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти, оскільки вони дозволяють моделювати педагогічні ситуації, відпрацьовувати навички організації ігрової діяльності дітей, реагування на конфліктні випадки та створення безпечного освітнього середовища у віртуальному форматі. У курсах з менеджменту дошкільного закладу доцільним є застосування стратегічних ігор, що відтворюють реальні управлінські ситуації, пов'язані з розподілом ресурсів, плануванням освітнього процесу чи комунікацією з батьками, що сприяє розвитку аналітичного мислення, уміння прогнозувати результати й ухвалювати обґрунтовані рішення. Вивчення іноземних мов майбутніми вихователями збагачується завдяки мовним іграм, які не лише формують комунікативну компетентність, а й стимулюють креативність мовлення та занурюють у міжкультурний простір, необхідний для роботи з дітьми в умовах полікультурного середовища. У сфері художньо-естетичної підготовки майбутніх вихователів значного поширення набувають технології віртуальної та доповненої реальності, які відкривають нові можливості для розвитку художнього смаку, творчого мислення й експериментування з візуальними образами, що надалі знаходять відображення в організації мистецької діяльності з дітьми дошкільного віку [3].

Міжнародний досвід підтверджує ефективність подібних підходів. Так, у США активно застосовуються освітні симуляції (наприклад, у медичних школах використовується програмне забезпечення Body Interact, яке дозволяє майбутнім лікарям відпрацьовувати діагностику і лікування в умовах віртуальної клініки). У Фінляндії, що визнана світовим лідером у сфері освітніх інновацій, концепція «ігрового навчання» (game-based learning) інтегрується в усі рівні освіти та розглядається як один із ключових механізмів формування критичного мислення, креативності та командної взаємодії. У Сінгапурі, який активно впроваджує цифрові технології в освітню політику, ігрові методики використовуються у викладанні природничо-наукових дисциплін, де симулятори допомагають моделювати складні процеси, недоступні для безпосереднього експериментування у шкільних чи університетських лабораторіях [7]. Відтак, можна впевнено стверджувати, що як український, так і зарубіжний досвід переконливо свідчить, що ігрові технології не лише виконують роль інноваційного освітнього інструмента, а й виступають універсальним засобом формування професійних компетентностей, розвитку критичного й креативного мислення, комунікації та готовності до вирішення складних проблем у різних сферах діяльності.

У рамках дослідження було проведено опитування серед 227 студентів Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» різних спеціальностей. Метою було з'ясувати ставлення майбутніх педагогів до використання комп'ютерних ігор як інструменту формування креативності та мотивації в освітньому процесі. Результати показали: 62% респондентів зазначили, що сюжетно-рольові та стратегічні ігри допомагають випробовувати різні сценарії розвитку подій та стимулюють пошук нестандартних рішень, що є важливим для підготовки до педагогічних ситуацій. 55% студентів вважають, що освітні ігри дозволяють інтегрувати знання з різних галузей (мови, історія, математика, психологія, педагогіка) та застосовувати їх у нових освітніх контекстах. 73% опитаних підкреслили, що багатокористувацькі ігри формують уміння працювати в команді, комунікаційні навички та здатність враховувати різні точки зору – компетентності, необхідні майбутньому вчителю. 78% студентів наголосили, що ігрова діяльність підвищує їхню зацікавленість у навчанні та формує внутрішню мотивацію, що є підґрунтям для прояву педагогічної креативності.

Результати проведеного соціологічного дослідження засвідчили, що переважна більшість студентів педагогічного університету позитивно оцінює можливість інтеграції комп'ютерних ігор в освітній процес. Така тенденція демонструє зростаючу актуальність ігрових технологій у вищій педагогічній освіті та підтверджує їхній потенціал як ефективного освітнього ресурсу. З одного боку, комп'ютерні ігри виступають інструментом індивідуального розвитку, стимулюючи когнітивну активність, креативність і здатність до пошуку нестандартних рішень. З іншого боку, вони мають значний соціально-педагогічний ефект, оскільки сприяють розвитку комунікативних компетентностей, умінню працювати в команді та враховувати різні точки зору, що є невід'ємними складовими професійної компетентності майбутнього педагога.

Виявлена позитивна динаміка ставлення студентів до використання комп'ютерних ігор свідчить про доцільність їхнього системного впровадження в освітній процес педагогічних університетів. Йдеться не лише про допоміжний або розважальний характер їхнього використання, а про формування нових дидактичних підходів, здатних активізувати пізнавальну діяльність студентів та підвищити їхню внутрішню мотивацію до навчання. У контексті професійної підготовки майбутніх педагогів ігрові технології варто розглядати як інноваційний педагогічний інструмент, що забезпечує інтеграцію знань із різних галузей, формує критичне мислення, розвиває педагогічну креативність і сприяє формуванню цілісної професійної ідентичності.

Результати здійсненого дослідження дозволяють зробити висновок, що комп'ютерні ігри мають значний потенціал для формування креативності здобувачів освіти у вищій школі. Їх застосування сприяє розвитку критичного та творчого мислення, стимулює міждисциплінарні зв'язки, формує уміння співпрацювати та приймати інноваційні рішення. У сучасному університеті важливо не лише інтегрувати ігрові практики у навчальні програми, але й здійснювати науково-методичний супровід їх використання, що дозволить забезпечити якісну підготовку фахівців, здатних до креативного саморозвитку та успішної професійної діяльності у цифровому суспільстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вища освіта України в умовах воєнного стану та післявоєнного відновлення: виклики і відповіді: науково-аналітична доповідь / В. Г. Кремень, В. І. Луговий, П. Ю. Саух, І. І. Драч, О. М. Слюсаренко, Ю. А. Скиба, О. В. Жабенко, С. А. Калашнікова, Ж. В. Таланова, О. М. Петроє, О. Ю. Оржель, І. Ю. Регейло, М. В. Набок; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ: Педагогічна думка, 2023. 172 с. DOI: <https://doi.org/10.37472/NAES-IHED-2023>
2. Листопад О. А., Мардарова І. К. Модульний курс «Комп'ютерні технології в роботі з дітьми»: навчальний посібник для студентів зі спеціальності 012 «Дошкільна освіта». Одеса : Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2019. 192 с.
3. Листопад О. А., Мардарова І. К. Теоретико-методичні засади формування готовності майбутніх вихователів до використання інформаційно-комунікаційних технологій в організації пізнавальної діяльності дошкільників: моногр. Одеса : Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2021. 206 с.
4. Листопад О. Творчі завдання як засіб розвитку творчих здібностей старших дошкільників. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота.* 2011. Вип. 23. С. 78–81.
5. Листопад О. А., Мардарова І. К., Гуданич Н. М. Інформаційно-комунікаційні технології в дошкільній освіті: навчальний посібник для студентів зі спеціальності А2 Дошкільна освіта (0112 Training for preschool teachers). Одеса : Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2025. 304 с.
6. Яцишин А. В., Мозолевич Г. Я., Яцишин Т. М., Сухих А. С. Роль е-інфраструктур у підтримці наукової діяльності: виклики та перспективи. *Наука, технології, інновації.* 2023. № 2. С. 64 – 77. DOI : <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2023-2-08>
7. Raku I. I., Lystopad O. A, Mardarova I. K. The Formation of Future Preschool Teachers' Competence Required for Using Computer Technology. *Наука і освіта : науково-практичний журнал.* 2017. № 5. С. 23–26. DOI: <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-5-5>

АКТИВІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ У ВИШАХ: СУЧАСНІ ТРЕНДИ

ГУЛА Л.В.

Миколаївський Національний аграрний університет

ЗВО повинні створювати умови для розвитку в студентів інтересу до здобуття знань і бажання вчитися протягом усього життя, використовуючи різноманітні методи і підходи. Важливо сприяти розвитку як професійних, так і життєвих компетенцій. Викладачі та студенти мають працювати разом, орієнтуючись на студентоцентризований підхід. Дослідження підтверджують, що для цього необхідно активізувати і мотивувати студентів, застосовуючи різні форми навчання, сучасні освітні тенденції та інноваційні технології, а також залучати обдарованих студентів до науково-дослідницької діяльності. Саме завдяки впровадженню інновацій та сучасних трендів у науці й освіті можна підвищити мотивацію студентів. Адже, як відомо, інноваційний розвиток вищої освіти в Україні можливий через формування покоління молодих людей, здатних мислити, творити і працювати новими методами. [1,133]. Випускники повинні бути незалежними, здатними критично мислити та ефективно використовувати технології для розвитку соціального благополуччя та якості життя. Адже ЗВО не лише готують кадри для ринку праці, але й виховують якісних спеціалістів, які сприяють розвитку суспільства не тільки в економічному, а й у соціальному та культурному аспектах. З технологічної точки зору, вищі навчальні заклади повинні брати активну участь у розробці роботизованих та штучних інтелектуальних систем, а також вивчати соціальні, економічні, етичні та інші питання, що виникають у процесі розвитку цих технологій. Університетські містечка все більше повинні ставати осередками інноваційних ідей.

Впровадження інновацій, активних форм та методів навчання при викладанні гуманітарних та профільних дисциплін допомагають в активізації освітнього процесу. Адже, отриманні знання потрібно вміти застосовувати. Найчастіше використовуються такі форми навчання як: «метод проектів», «круглі столи», «кейс-метод», тренінг, використання ІКТ та ін., також впроваджуються нові освітні тренди активізації студентів: «фасилітація», «сторітеллінг», «скрайбінг», «джигсоу» «гейміфікація», «soft-skills», «безперервне навчання» [1,134].

Поговоримо про деякі з них. Soft-skills допомагає студентам у формуванні життєвих навичок, а саме: адаптивності, критичному мисленні, самопрезентації, комунікабельності, гнучкості та лідерських якостей. Гейміфікація - це освітній тренд, що допомагає будувати навчальний процес в ігровій формі. Студенти залюбки приймають цей формат навчання. Для його використання можна задіяти комп'ютерні технології, використовуючи віртуальну та доповнену реальність, творчість. Джигсоу - це підхід, що застосовують для невеликих груп по 5-6 студентів. Наприклад, кожен студент даної групи працює над підтемою до великої теми, що розглядається, формують експертні групи для дослідження, а потім презентують свої результати. Скайбінг допомагає у візуалізації матеріалу дисципліни, що вивчається у вигляді якихось коротких фраз, малюнків, відео, яскравих презентацій навіть коміксів тощо. Сторітеллінг - це освітній тренд, що сприяє творчій уяві та реалізації студентів, використовуючи навчання через історії та малюнки. За допомогою нього здобувачі освіти можуть візуалізувати дані історії та створити ілюстрації до них. Безперервне навчання - це можливість постійного розвитку особистості та життєвих компетенцій. Саме таке навчання дозволяє залишатися в тренді.

Можемо зауважити, що для активізації навчання у вишах потрібні стратегічні інновації: різноманітність людей, які приносять різні знання та досвід; необхідність розподіляти ресурси для підтримки внутрішньої мотивації, а не для розвитку зовнішньої мотивації, що обіцяє кращі бали; необхідність розвитку автономії індивідів, яких заохочують висловлювати різні думки базуючись на різному досвіді, замість того, щоб формувати одноцільні групи. Ці освітні тренди та педагогічні підходи допомагають створити навчання більш досвідчене та пов'язане з реальним світом поза стінами ЗВО. Студенти несамотні здобувачі освіти в цих підходах, бо й самі стають активними учасниками освітнього процесу. Навчання на практиці або досвід сприяє поглибленому навчанню та більш міцному засвоєнню нових знань, навичок і компетенцій.

Активні форми та методи навчання, сучасні тренди є рушійною силою, яка перетворює навчальний процес на творчо-дослідницьку діяльність, яка позитивно впливає на його ефективність, спонукає до пошуку різноманітних методів здобуття знань [1,135].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гула Л. В. Методи активізації навчання у ЗВО: сучасні тренди // Інноваційна педагогіка. 2022. Вип. 54, Т. 1. С.133-136.
2. Швирка В.М. Сучасні освітні тренди як інструмент підвищення якості освіти в університеті / В.М.Швирка // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка : Педагогічні науки. - 2018. - №8 (322) листопад. - Ч.1 - С.36-43.

УДК 004.451:655.17: 338.45

ІНТЕРАКТИВНИЙ РЕСУРС ДЕМОНСТРАЦІЇ МЕТОДИКИ ОБЧИСЛЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗАКЛАДУ ОПЕРАТИВНОЇ ПОЛІГРАФІЇ

В. ДОЛІНСЬКИЙ (volodymyr.dolinskyi.mkrki.2024@lpnu.ua),
Інститут поліграфії та медійних технологій
Національного університету «Львівська політехніка»

Наведено фронтенд гейміфікованого навчального модуля для студентів поліграфічної інженерії, що забезпечує інтерактивне опанування методик обчислення собівартості та економічних показників машинного парку. Обґрунтовано функціональні блоки модуля і візуалізацію результатів для моделювання виробничих сценаріїв у навчальному середовищі.

Постановка проблеми та актуальність. Забезпечення інтерактивності та наочності при практичних роботах студентів, зокрема при економічних розрахунках виробничих потужностей оперативної поліграфії підвищує ефективність засвоєння матеріалу. Проектування гейміфікованого навчального модуля дозволяє моделювати реальні економічні сценарії [1], посилює мотивацію та формує практичні навички аналізу собівартості та управління виробничими показниками.

Мета проєкту полягає у створенні інтерактивного гейміфікованого навчального модуля для студентів поліграфічної інженерії, який забезпечує засвоєння методик розрахунку собівартості та економічних показників, формує практичні навички моделювання виробничих сценаріїв та сприяє розвитку аналітичного мислення в умовах цифрового навчального середовища. **Завданнями** представленого проєкта є розробка інтерактивного інтерфейсу для введення виробничих параметрів та інженерного рушія для аналітики.

Виклад суті дослідження. Навчальний модуль для студентів поліграфічної інженерії створено як інтерактивний інструмент, що дозволяє вивчати методики розрахунку собівартості та економічних показників виробничих процесів у закладах оперативної поліграфії (рис. 1). Основна ідея полягає в тому, щоб навчальний процес був максимально наближений до практичної діяльності, а одночасно залишався цікавим і зрозумілим. Використання елементів гейміфікації допомагає підтримувати увагу студентів, стимулює до самостійного експериментування з параметрами та дозволяє відразу бачити результат змін. Модуль поєднує числові розрахунки, графічну візуалізацію та інтерактивні сценарії, що робить процес навчання більш наочним і доступним.

Панель керування параметрами виробництва [2] є основним робочим інструментом студента в модулі. Тут можна змінювати тираж, встановлювати ціну одиниці продукції, коригувати витрати на матеріали та обслуговування обладнання. Кожен параметр представлений у вигляді інтерактивного елемента, який дозволяє швидко змінювати значення та спостерігати, як це впливає на фінансові показники. Додатково кожен елемент супроводжується підказками, які пояснюють, що саме означає кожне поле і як зміна параметру впливає на підсумковий результат. Такий підхід забезпечує прозорість обчислень і дозволяє студенту розуміти логіку економічних взаємозв'язків.

Візуалізаційний дашборд відображає ключові економічні показники у реальному часі. Це включає дохід, витрати, прибуток та приблизне значення чистої приведеної вартості (NPV). Інформація подається одночасно у числовому форматі та у вигляді графічних елементів, таких як стовпчикові діаграми. Така подача дозволяє швидко оцінити співвідношення доходів і витрат, а також бачити, який вплив мають зміни параметрів на прибуток. Візуалізація спрощує сприйняття економічної інформації, зменшує ймовірність помилок і сприяє формуванню системного мислення.

Модуль також містить функції ведення журналу симуляції та отримання пояснень моделі розрахунків. Журнал дозволяє відстежувати всі кроки обчислень і перевіряти, як зміни окремих параметрів впливають на результат. Пояснення моделі допомагають студентам розуміти не лише кінцевий результат, а й логіку обчислень, включаючи принципи визначення собівартості, калькуляції матеріальних витрат та оцінку витрат на обслуговування. Такий підхід сприяє формуванню аналітичного мислення та навичок критичного оцінювання економічних показників.

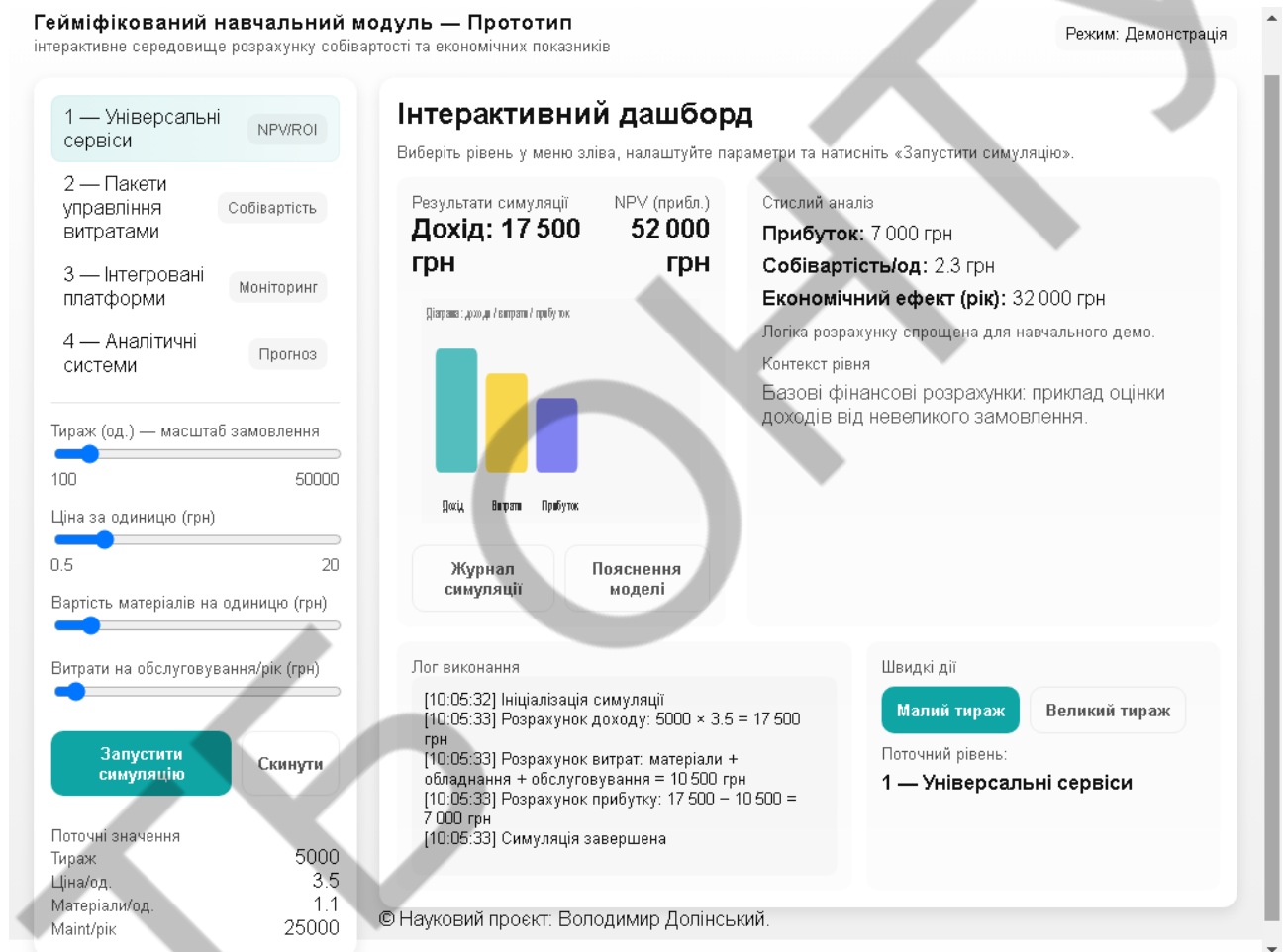


Рис. 1 – Скрін гейміфікованого навчального модуля розрахунку економічних показників виробничих процесів

Гейміфікаційні елементи включають можливість вибору рівня складності та активацію різних сценаріїв виробничих обмежень. Студенти можуть експериментувати з різними комбінаціями тиражів, цін та витрат і відразу бачити, як це впливає на фінансові показники. Ця методика дозволяє відпрацьовувати навички стратегічного планування та прогнозування, а також оцінювати ризики при прийнятті економічних рішень. Водночас вона підтримує поступовий розвиток компетенцій, оскільки студенти починають із простих сценаріїв і поступово переходять до більш складних.

Інтерфейс модуля розроблено з урахуванням принципів адаптивного дизайну та сучасних стандартів зручності використання. Контрастна подача елементів, чітке розділення на функціональні зони та використання кольорових акцентів забезпечують швидку орієнтацію в

середовищі та знижують когнітивне навантаження. Усі інтерактивні елементи доступні на різних пристроях, що дозволяє студентам використовувати модуль як на персональних комп'ютерах, так і на планшетах.

Модуль підтримує ведення порівняльного аналізу для різних сценаріїв. Студенти можуть змінювати тиражі та ціни, порівнювати результати та оцінювати ефективність обраних стратегій. Такий підхід допомагає зрозуміти, як управлінські рішення впливають на економічний результат та розвиває навички прогнозування. Динамічні графіки та діаграми наочно демонструють пропорції доходів, витрат і прибутку, що сприяє швидкому сприйняттю інформації та формує вміння приймати обґрунтовані рішення. Автоматизоване обчислення економічних показників зводить рутинні розрахунки до мінімуму, що дозволяє студенту зосередитися на аналізі результатів. Пояснення, підказки та супровідні матеріали допомагають глибше розуміти принципи калькуляції та фінансового планування. Модуль поєднує навчання теорії та практики, демонструючи зв'язок між параметрами виробництва, витратами та доходами.

Гейміфікований підхід забезпечує мотивацію через надання миттєвого зворотного зв'язку. Студенти бачать результати своїх дій, отримують візуальні індикатори ефективності і можуть відразу коригувати параметри для досягнення оптимальних результатів. Це стимулює активне навчання та повторне використання модулю для експериментів, що сприяє закріпленню навичок. Модуль інтегрує навчальний процес із практичними завданнями, що імітують реальні умови управління виробничим циклом. Студенти вчаться контролювати витрати, розраховувати прибутковість і оцінювати фінансові результати на основі конкретних даних. Такий підхід формує комплексне розуміння економіки виробництва та дозволяє на практиці застосовувати теоретичні знання.

Важливим аспектом є персоналізація навчального досвіду. Студенти можуть обирати індивідуальні сценарії, зберігати результати симуляцій та порівнювати їх із рекомендованими показниками. Це підтримує самостійну роботу, розвиває аналітичне мислення і дозволяє робити висновки на основі власних спостережень. Модуль також сприяє розвитку навичок комплексного аналізу фінансових показників, таких як оцінка ефективності інвестицій, визначення точок беззбитковості та прогнозування доходів при різних сценаріях. Взаємодія з модулем формує навички стратегічного мислення та обґрунтованого прийняття рішень у контексті обмежених ресурсів. Завдяки поєднанню інтерактивності, візуалізації та аналітичного супроводу, модуль дозволяє студентам ефективно опановувати економічні методики в умовах, наближених до реальної виробничої практики. Це сприяє формуванню практичних компетенцій, необхідних для майбутньої професійної діяльності в сфері поліграфічної інженерії. Модуль забезпечує системне розуміння взаємозв'язку між параметрами виробництва, фінансовими показниками та економічними рішеннями.

Висновки. Представлений гейміфікований навчальний модуль є інструментом для інтерактивного навчання, він поєднує теоретичний матеріал, практичні завдання та візуалізацію результатів. Його використання сприяє розвитку в студентів самостійності, аналітичного мислення та здатності приймати обґрунтовані рішення, а також дозволяє студентам опановувати економічні методики у зрозумілій і доступній формі. Модуль формує не лише навички розрахунку собівартості та оцінки економічних показників, а й уміння працювати з інтерактивними інструментами для управління виробничими процесами, що є важливим для майбутніх фахівців оперативної поліграфії. Архітектура модуля передбачає масштабування та інтеграцію у виробничі умови. У майбутньому його можна використовувати як основу для проєктування аналітичного сервісу, який буде працювати з реальними виробничими даними і приймати обґрунтовані управлінські рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Лисенко Ю. Г. Інформаційні системи в економіці: підручник. КНЕУ, 2020.
- [2] Долінський В.О. Систематизація програмних сервісів розрахунку економічних показників у поліграфічному виробництві. Сучасні технології промислового комплексу, №9, 2025.

ГЕЙМІФІКОВАНІ ОСВІТНІ ПЛАТФОРМИ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ РІШЕНЬ

ЖИДКА О.В. (arishka809@gmail.com),
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

У статті здійснено порівняльний аналіз сучасних гейміфікованих освітніх платформ, що застосовуються у навчальному процесі. Розглянуто сутність гейміфікації як інноваційного педагогічного інструмента, окреслено ключові ігрові механіки та наведено приклади їх інтеграції у популярні цифрові середовища. Визначено основні переваги та обмеження гейміфікованих рішень, а також перспективи їх подальшого розвитку у контексті цифровізації освіти.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток освіти перебуває у тісному зв'язку з цифровізацією та інтенсивним упровадженням інформаційно-комунікаційних технологій. Одним із перспективних напрямів удосконалення освітнього процесу є гейміфікація, яка передбачає інтеграцію ігрових механік у навчальне середовище з метою підвищення мотивації та активності здобувачів освіти. Разом з тим, наукова спільнота та практики потребують систематизації знань про наявні гейміфіковані освітні платформи, аналізу їхнього потенціалу, переваг і обмежень, що зумовлює актуальність проведеного дослідження.

Мета. Метою дослідження є здійснення порівняльного аналізу сучасних гейміфікованих освітніх платформ, визначення ключових ігрових механік, що у них реалізуються, а також окреслення їхніх сильних і слабких сторін у контексті освітнього процесу.

Результати дослідження. Гейміфікація як педагогічний інструмент активно досліджується в українському та міжнародному науковому дискурсі. Дослідники відзначають, що використання ігрових механік у навчанні сприяє підвищенню мотивації та залученості студентів [1]. При цьому цифрова трансформація освіти в Україні, як наголошують Биков і Спірін, вимагає пошуку інноваційних рішень, серед яких гейміфікація посідає важливе місце [2].

Серед найпоширеніших гейміфікованих освітніх платформ вирізняються Kahoot!, Duolingo, Classcraft, Coursera та EdX.

Kahoot! – сервіс для створення інтерактивних вікторин, що використовується переважно у школах та закладах вищої освіти для організації зворотного зв'язку та активізації навчальної діяльності у режимі реального часу. Його особливістю є залучення викладача, який організовує навчальну діяльність у форматі інтерактиву, тоді як студенти або учні підключаються до гри через смартфони чи комп'ютери за унікальним кодом. Механізм платформи ґрунтується на заохоченні швидкості та правильності відповідей, що забезпечує формування рейтингу учасників. Серед основних переваг варто відзначити високу динамічність, простоту створення завдань і можливість охоплення великої кількості учасників. Водночас функціональні обмеження роблять Kahoot! більш придатним для перевірки знань і повторення матеріалу, ніж для формування комплексних компетентностей [3].

Duolingo – мобільний застосунок для вивчення іноземних мов, у якому широко використовуються гейміфікаційні механіки. Навчальний процес побудований на системі рівнів, бейджів і щоденних завдань, що формує відчуття прогресу у користувачів. Додатковим стимулом є віртуальна валюта (lingots/gems), яку можна витратити на розширені можливості. Структура навчання ґрунтується на принципах мікронавчання: виконання коротких вправ, регулярне повторення та поступове ускладнення завдань. Серед переваг виділяється безкоштовність доступу, зручність для самостійної роботи та адаптивність під рівень учня. Недоліком є обмежений словниковий запас і відсутність системного викладу граматики [4].

Classcraft – освітня платформа, яка трансформує процес навчання у рольову гру з елементами командної взаємодії, виконанням квестів та накопиченням балів за навчальні досягнення. Учні створюють персонажів із певними здібностями, життям та досвідом, а навчальні завдання перетворюються на квести, які стимулюють командну взаємодію. Викладач у цьому випадку виконує функції «ігрового майстра», контролюючи процес і маючи можливість нараховувати чи знімати бали залежно від успішності виконання завдань або дотримання правил. Платформа

сприяє розвитку соціальних навичок, співпраці та залученню учнів до спільної діяльності. Проте її впровадження вимагає значної підготовки з боку викладача та додаткового часу, а ефективність залежить від рівня зацікавленості всієї групи [5].

Coursera та EdX – масові відкриті онлайн-курси (МООС), орієнтовані на університетську освіту та професійний розвиток. Гейміфікаційний потенціал цих платформ реалізується через систему відстеження прогресу, що включає виконання модулів, тестів і практичних завдань, а також через можливість отримання сертифікатів, які визнаються як в академічному, так і в професійному середовищі. Особливу цінність становить доступ до курсів провідних університетів світу, таких як MIT, Stanford чи Harvard. Перевагами цих платформ є висока якість навчального контенту, міжнародна доступність і офіційне підтвердження здобутих знань. Водночас їхні гейміфікаційні елементи виражені слабше, ніж у спеціалізованих ігрових освітніх рішеннях, а успішне навчання значною мірою залежить від самодисципліни користувача [6].

Порівняльний аналіз зазначених платформ наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз платформ

Платформа	Цільова аудиторія	Основні ігрові механіки	Переваги	Обмеження
Kahoot!	Учні, студенти	Вікторини, рейтинги	Динамічність, простота використання	Обмеженість у складних завданнях
Duolingo	Індивідуальні користувачі	Рівні, бейджі, віртуальна валюта	Висока мотивація, адаптивність	Нерівномірність покриття навчального матеріалу
Classcraft	Школи, групове навчання	Рольова гра, команди, квести	Розвиток співпраці, командної роботи	Значні витрати часу на підготовку
Coursera/Ed X	Студенти, дорослі	Прогрес, сертифікати, рейтинги	Академічна цінність сертифікатів, гнучкість навчання	Відносно слабо виражена гейміфікація

Висновки. Застосування гейміфікації в освітніх платформах сприяє підвищенню рівня залученості здобувачів освіти та формуванню позитивної мотивації до навчання. Проведений аналіз підтверджує дослідження Toda et al [7], що ігрове мислення може значно підвищити результативність освітніх процесів. Ефективність гейміфікованих рішень залежить від поєднання ігрових механік із педагогічними стратегіями, а також від специфіки навчальної аудиторії [8]. Перспективними напрямками розвитку є інтеграція адаптивних технологій, використання VR/AR та персоналізація навчальних траєкторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Н. Завацька, «Гейміфікація в освіті: теоретико-методологічні засади та практичні аспекти», Інформаційні технології і засоби навчання, т. 84, № 4, с. 45–57, 2021.
2. В. Ю. Биков, О. М. Спірін, «Цифрова трансформація освіти і науки в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку», Інформаційні технології і засоби навчання, т. 76, № 2, с. 1–23, 2020.
3. Kahoot!, «Make learning awesome», 2025. [Електронний ресурс]. – <https://kahoot.com>
4. Duolingo, «Language learning app», 2025. [Електронний ресурс]. – <https://www.duolingo.com>
5. Classcraft Studios Inc., «Classcraft – Gamify your classroom», 2025. [Електронний ресурс]. – <https://www.classcraft.com>
6. Coursera, «Online courses & credentials from top educators», 2025. [Електронний ресурс]. – <https://www.coursera.org>
7. A. M. Toda, A. Valle, S. Isotani, «The Dark and Bright Sides of Gamification: An Overview of Current Research», Education and Information Technologies, vol. 27, no. 3, pp. 1179–1205, 2022.
8. M. Khalil, M. Ebner, and K. Admiraal, «Gamification in Learning and Education: Recent Theoretical and Empirical Advances», Smart Learning Environments, vol. 10, no. 1, pp. 1–18, 2023.

ІГРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ: ІНТЕГРАЦІЯ КЛАСИЧНОЇ ПРОЗИ У ВІЗУАЛЬНІ НОВЕЛИ

ЖУРБА А.Є. (5253489@stud.kai.edu.ua), ВЕРЕТІЛЬНИК Т.І.

Державне некомерційне підприємство

«Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Розглянуто можливість використання візуальних новел як інструменту гейміфікації навчального процесу. Виявлено, що інтеграція класичної літератури у формат інтерактивних історій здатна підвищити увагу до теми твору школярами, та подальшого кращого розуміння контексту через інтерактивне залучення. Досліджуються підходи до інтерпретації художніх текстів у візуальний формат та пояснюються методи постановки ключових елементів сюжету на заданий формат.

У сучасного школяра в теперішніх умовах життя у війні є забагато емоційних переживань. В складних умовах приходить навчатися підростаючому поколінню, що впливає на якість засвоєння навчального матеріалу. За останні роки значно поширився такий нейророзвитковий синдром, як СДУГ (синдром дефіциту уваги та гіперактивність). Зазвичай нейророзвиткові розлади пов'язані з труднощами з набуттям, запам'ятовуванням або застосуванням певних навичок або наборів інформації. Вони можуть включати дисфункцію в одній або кількох з наступних сфер: увага, пам'ять, сприйняття, мова, вирішення проблем або соціальна взаємодія. СДУГ вражає приблизно від 5 до 15% дітей[1].

Загалом, приблизно від 20 до 60% дітей з СДУГ мають труднощі у навчанні [1], але деякі шкільні дисфункції виникають у більшості дітей з СДУГ через неувважність (що призводить до пропуску деталей) та імпульсивність (що призводить до відповіді без обдумування питання). Сучасним дітям важко зосереджуватися, ще й через повсякчасні відволікання у вигляді повітряних тривог. Щоб повернутися до завдання від якого відволікли хоча б на хвилину, мозку потрібно в середньому 23 хвилини, щоб повернутися до глибокої концентрації [2]. Тож, гейміфікація навчального процесу здатна значно поліпшити засвоєння інформації навіть після значної паузи між читанням. Так, як при проходженні візуальних новел, в тексті будуть присутні «гачки», що чіплятимуть увагу і не дадуть загубитися в прочитаному при повторному поверненні до ознайомлення з творами.

Адаптація та інтерпретація художнього тексту до формату візуальної новели проходить в декілька етапів. Перш за все, створюючи проєкт візуальної новели для навчання, необхідно продумати сценарій майбутньої гри. Бажано зробити невеликі нариси: коротко переказати в них весь сюжет і майбутню кінцівку або кінцівки. Також важливо вже на цьому етапі приблизно розуміти, де саме гравцеві належить зробити вибір, адже від цього буде залежати подальший розвиток сюжету.

Щоб текст в кінцевому підсумку не вийшов сухим переказом з картинками, додається додатковий сюжет, який занурює гравця в контекст. Головне на цьому етапі не перестаратися з доповненнями оригінального сюжету інтерпретованого твору, щоб не отримати ефект відволікання. Наприклад новела може мати два часові простори: реальність та сон. Відповіді на питання поставлені в реальному часі не впливають на те, яким буде кінець. Вибір зроблений уві сні головним чином впливає на кінець.

Однією з найбільш популярних і зручних програм у якій можна реалізовувати даний тип проєктів є Ren'Py[3]. Вона чудово підходить для створення новел, бо є досить простим у використанні движком, який до того ж безкоштовний. Вона займає небагато оперативної пам'яті, і її цілком можна допрацьовувати при відсутності будь-яких потрібних функцій. Для її використання потрібно хоч трохи розуміти в кодуванні, інакше можуть виникнути проблеми, так як це не візуальна програма. На додаток до базового функціоналу програма підтримує виконання команд, написаних на мові програмування Python, що в підсумку дозволяє вивести кінцевий продукт за рамки сухого оповідання, додати елемент вибору в тих чи інших ситуаціях і, по суті, перетворити графічну історію в справжню комп'ютерну гру з розряду квестів. Рушій Ren'Py

СЕРІОЗНІ ІГРИ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА СУЧАСНОГО ВІЙСЬКОВОГО НАВЧАННЯ

ЗІНЧЕНКО С.В., (zinchenkosergey.kiev@gmail.com)

Київський інститут Національної Гвардії України –
Центр імітаційного моделювання

Гейміфікація — це використання елементів ігрового дизайну у неігрових контекстах, зокрема в освіті, щоб підвищити мотивацію, залученість і ефективність навчання.

Серйозні ігри (serious games) — навчальні або тренувальні симулятори, розроблені не для розваги, а для розвитку навичок, стратегічного мислення, командної роботи тощо, часто із високо деталізованим моделюванням реальних процесів.

Гейміфікація сприяє співпраці, соціальній взаємодії, командній роботі, створює персоналізований досвід навчання за допомогою адаптивних механізмів та розвиває критичне мислення й стратегічне рішення задач.

Посилення мотивації та практичних навичок відбувається через гейміфікацію навчального процесу, а воєнні симулятори дають можливість відпрацьовувати рішення у безпечному середовищі.

Розвиток критичного мислення й стратегій: через сценарії із високою складністю, обмеження ресурсів, конкурентне середовище гейміфікаційні механіки тренують лідерські й командні навички.

Економія й безпека: цифрові та настільні симулятори дешевші й безпечніші за реальні навчальні вправи або військові тренування.

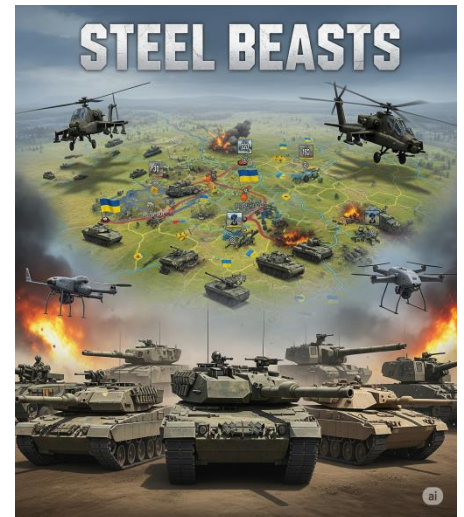
Адаптивність і зворотний зв'язок: як у освітніх платформах, гейміфікація дозволяє миттєво отримувати відгук, персоналізувати тренінги та аналізувати прогрес.

Спираючись на досвід провідних країн де симуляційні застосунки у військовому навчанні стали невід'ємною частиною сучасної підготовки спеціаліста було прийнято рішення створити в Національній гвардії України на базі Київського інституту Національної гвардії України – Центр імітаційного моделювання. Підготовка у Центрі проводиться для всіх категорій слухачів: курсантів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти, ад'юнктів, курси тактичного рівня L-1 та L-2, а також з мобілізованим особовим складом використовуючи програмне забезпечення Steel Beasts (Малюнок. 1), що забезпечує підготовку рівня від екіпажу до дій бригади в різних видах бою. Такий підхід забезпечує цілісність навчального процесу та дозволяє ефективно адаптувати зміст і рівень підготовки відповідно до кваліфікації та досвіду слухачів.

Завдяки імітаційним системам курсанти можуть відпрацьовувати дії під час ведення бойових операцій, управління підрозділами, застосування озброєння, а також вивчати тактику, логістику та взаємодію між підрозділами. Симулятори дозволяють моделювати різні сценарії — від локальних операцій до повномасштабних бойових дій.

У процесі навчання в Центрі формуються ключові професійні компетентності, зокрема:

- тактичне мислення — здатність аналізувати бойову обстановку, приймати ефективні рішення та прогнозувати розвиток подій;
- управлінські навички — вміння керувати підрозділами в різних умовах, планувати та координувати дії особового складу;
- командна взаємодія — здатність працювати в складі штабу чи бойової групи, ефективно комунікувати та узгоджувати дії;



Малюнок. 1

- стресостійкість та психологічна витривалість — формування навичок прийняття рішень у складних і динамічних ситуаціях;
- логістичне мислення — розуміння забезпечення бойових дій матеріальними ресурсами, технікою та озброєнням;
- аналіз та оцінка результатів бойових дій — вміння здійснювати аналіз розбір і коригування спланованих дій;
- навички застосування сучасних засобів управління боєм — включно з використанням цифрових карт, засобів зв'язку, автоматизованих систем управління.

Навчання в Центрі імітаційного моделювання на сьогоднішній день є невід'ємною складовою сучасного військового вишколу, поєднуючи безпеку, ефективність і реалістичність підготовки.

Центр імітаційного моделювання є важливим елементом сучасної військової освіти та підготовки, який забезпечує високу якість навчання без ризику для життя, з використанням новітніх технологій.

Центр імітаційного моделювання активно співпрацює з іноземними партнерами, зокрема з представниками країн Європейського Союзу та НАТО. Така співпраця включає обмін досвідом, участь у спільних навчаннях, впровадження найкращих практик моделювання бойових дій та модернізацію навчально-тренувальної бази відповідно до стандартів Альянсу.

Цей напрямок діяльності сприяє інтеграції національної системи військової освіти у євроатлантичний простір, а також підвищенню сумісності Національної гвардії України з силами НАТО.

Висновок:

Гейміфікація, на підставі сучасних досліджень, довела свою здатність значно покращувати мотивацію, залучення та результати навчання, хоча вимагає продуманого дизайну і контекстуальної адаптації. Серйозні військові симулятори, демонструють потужний потенціал для розвитку критичного мислення, прийняття рішень і командної взаємодії в умовах, близьких до реально бойових ситуацій.

Комбінація гейміфікації й серйозних ігор — особливо в навчальних або тренувальних процесах — є перспективним підходом для формування компетенцій, адаптивності й стратегічного бачення необхідних у сучасному світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний сайт eSim Games: www.steelbeasts.com;
2. Steel Beasts Pro PE : User Manual. – eSim Games, 2023. – 356 р. – Доступно в комплекті програмного забезпечення Steel Beasts Pro Personal Edition.

РОЗРОБКА ВЕБ ДОДАТКУ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ.

КАРЧЕВСЬКИЙ В.Д., СУРКОВ К.Ю. (vkarchevskiy10@gmail.com, kskrua@gmail.com)
Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті

У тезах розглядається розробка веб-додатку з елементами штучного інтелекту для формування та управління розкладом занять у закладах вищої освіти. Система передбачає створення адміністративної панелі для формування розкладу, інтеграцію з Telegram-ботом для забезпечення зручного доступу та push-сповіщень, а також використання ШІ для надання студентам і адміністраторам можливості отримувати відповіді на запитання щодо розкладу. Основна увага приділяється зручності інтерфейсу, багатofункціональності системи та застосуванню сучасних технологій Go, PostgreSQL, Redis, Next.js та Shadcn.

Вступ. Організація навчального процесу у закладах вищої освіти вимагає ефективних інструментів для управління розкладом занять, що враховують потреби студентів, викладачів і

адміністрації. Традиційні підходи, засновані на статичних таблицях, не завжди забезпечують достатню гнучкість, особливо в умовах частих змін та адаптації навчального процесу.

Актуальність. Зростання популярності мобільних пристроїв і месенджерів стимулює інтеграцію освітніх систем із сервісами для обміну повідомленнями (Telegram, Viber, Whatsapp) для швидкої комунікації та зручного доступу до даних для комунікації та зручного доступу до даних. Використання технологій штучного інтелекту у таких системах дозволяє автоматизувати відповіді на типові запитання студентів і викладачів, а також спростити процеси внесення змін у розклад, що робить розробку інтелектуальних веб-додатків актуальною задачею сучасної цифрової освіти.

Мета. Розробка веб-додатку з елементами штучного інтелекту для формування та управління розкладом занять, що забезпечує зручний доступ студентів і викладачів до актуального розкладу через веб-інтерфейс і Telegram-бот, створення адміністративної панелі з підтримкою різних навчальних груп, викладачів, курсів та екзаменаційних сесій, а також інтеграцію ШІ для надання студентам довідкової інформації та підтримку адміністраторів у модифікації розкладу.

Аналіз конкурентів. Сервіс Appointy [1] має потужну систему керування записами та груповими подіями з можливістю сповіщень і інтеграцій, він не спеціалізується на навчальних закладах, і можливості ШІ-помічника чи бот-інтеграції в Telegram у нього обмежені. «Розклад Нова Школа» [2] добре справляється із завданнями для шкіл (класи, уроки, заміни та групові розклади), але менш акцентує на автоматизації через ШІ і не завжди має гнучкі адміністративні інструменти. Unished [3] пропонує студентам зручний перегляд розкладу, роботу офлайн та швидкий доступ до новин університету, але не має розвиненої адмінської панелі чи можливості користувачів змінювати розклад. В запропонованому проєкті поєднано сильні сторони (гнучка адміністративна панель із підтримкою навчальних років, груп та екзаменацій, інтерфейс, який адаптивно працює на ПК і мобільних пристроях) та повну інтеграцію з Telegram-ботом та ШІ-модулем. Таким чином, запропоноване рішення прагне заповнити недоліки, існуючі у конкурентів, пропонуючи більш комплексну систему з автоматизацією, зручністю для користувачів та багатофункціональністю.

Етапи розробки. Етапи розробки передбачатимуть кілька ключових кроків. Спершу буде проведено аналіз вимог до системи та вибір оптимальних технологій для реалізації проєкту. Далі розроблятиметься адміністративна панель, яка дозволить формувати та модифікувати розклад із підтримкою навчальних груп, викладачів, навчальних років та екзаменів. Після цього буде створено веб-інтерфейс на базі Next.js та Shadcn, адаптований для різних пристроїв, та реалізовано інтеграцію з Telegram-ботом для зручного доступу до функцій системи і push-сповіщень. Завершальним етапом стане впровадження модуля штучного інтелекту для студентів і адміністраторів, а також проведення тестування продуктивності, безпеки та зручності користування.

Перспективи розвитку. Подальший розвиток веб-додатку передбачає низку покращень, спрямованих на розширення функціональності та підвищення зручності користування. Насамперед планується вдосконалення інтелектуальних можливостей системи: використання штучного інтелекту не лише для надання відповідей на запити студентів і адміністраторів, а й для автоматичного формування оптимального розкладу з урахуванням наявних обмежень, таких як завантаженість викладачів, доступність аудиторій та баланс навчальних годин. Це дозволить значно скоротити час на складання розкладу та зменшити ймовірність помилок. Окремим напрямом стане розробка мобільного застосунку з офлайн-доступом до даних, що забезпечить ще швидший і зручніший доступ до розкладу незалежно від якості інтернет-з'єднання. Планується інтеграція з іншими освітніми сервісами, такими як електронний журнал та системи дистанційного навчання, що дозволить створити єдине цифрове середовище для студентів і викладачів. Перспективним виглядає також розширення функціоналу Telegram-бота, який зможе надавати студентам аналітику їхнього навчального процесу, нагадування про дедлайни та екзамени, а адміністраторам — інструменти для аналізу завантаженості груп і викладачів. У перспективі система може масштабуватися для використання не лише у вищих навчальних закладах, а й у школах чи корпоративних освітніх середовищах.

Висновки. Розробка веб-додатку з елементами штучного інтелекту для формування розкладу занять продемонструвала ефективність поєднання сучасних технологій Go, PostgreSQL, Redis,

Next.js та Shadcn із інтеграцією Telegram-бота. Запропоноване рішення дозволяє адміністрації зручно управляти навчальним процесом, студентам — швидко отримувати актуальну інформацію про розклад, а викладачам — оптимізувати планування занять. Використання штучного інтелекту відкриває нові можливості для взаємодії з системою, надаючи користувачам інструменти для автоматизації та консультацій у режимі реального часу. Створений додаток вирішує проблему складності та неефективності традиційного управління розкладом, водночас забезпечуючи масштабованість, безпеку й адаптивність до різних пристроїв. Інтеграція з месенджерами та впровадження інтелектуальних модулів робить систему сучасною та орієнтованою на потреби користувачів. У підсумку, проєкт демонструє, що поєднання класичних рішень у сфері управління навчальним процесом із новітніми підходами до веб-розробки та штучного інтелекту дозволяє створювати інноваційні освітні інструменти, здатні масштабуватися та розвиватися разом із потребами закладів освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] “Сервіс Appointy” URL: <https://www.appointy.com/education-scheduling-software> (дата звернення 14.09.2025)
- [2] “Сервіс «Розклад Нова Школа»” URL: <https://rozklad.org> (дата звернення 14.09.2025)
- [3] “Сервіс Unisched” URL: <https://unisched.app> (дата звернення 14.09.2025)

УДК 004.92

ОЦІНКА МЕТОДУ ЗГЛАДЖУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАДІЄНТНОГО АНАЛІЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE

КОЛОДІЙ В.В. (vladkolodiy2014@gmail.com), РОМАНЮК О.В.
Вінницький національний технічний університет

Розглянуто проблему оцінки антиаліасингу в комп'ютерній графіці та шляхи її вирішення за допомогою градієнтного аналізу. Запропоновано підхід, що поєднує математичні методи оцінки з інтерактивними можливостями графічного рушія Unreal Engine.

Вступ

Однією з головних проблем комп'ютерної графіки є поява «сходинок» або aliasing, що виникає через дискретизацію та обмеження роздільної здатності. Цей ефект знижує візуальну якість зображень та ускладнює сприйняття віртуальних об'єктів, особливо у випадку тривимірних сцен [1]. Для боротьби з aliasing застосовуються методи антиаліасингу, що забезпечують згладжування контурів та покращення якості зображення [2]. Важливим завданням є не лише застосування таких методів, а й об'єктивна оцінка їх ефективності. Одним із перспективних підходів є градієнтний аналіз, який дозволяє визначити ступінь різкості меж та виявити артефакти згладжування. У даній роботі дослідження проводиться в середовищі графічного рушія Unreal Engine, який активно застосовується в розробці відеоігор та систем віртуальної реальності [3].

Основна частина

Методи антиаліасингу в сучасних графічних рушіях реалізуються різними способами. Серед найбільш поширених в Unreal Engine варто відзначити:

1. MSAA (Multi-Sample Anti-Aliasing) – класичний метод, що виконує згладжування на рівні вибірки пікселів.
2. FXAA (Fast Approximate Anti-Aliasing) – постпроцесинговий метод, який забезпечує швидке згладжування контурів на основі аналізу зображення;
3. TSR (Temporal Super Resolution) – сучасний метод, який здебільшого зосереджений на витраті більшої кількості обчислювальних ресурсів GPU на один кадр для підвищення якості

тимчасового масштабування (temporal upscaling), щоб при цьому зекономити загальні витрати GPU на кадр [4].

Оцінка ефективності цих методів є складним завданням, оскільки суб'єктивне сприйняття не завжди відповідає кількісним характеристикам. Традиційно застосовують метрики на основі відношення сигнал/шум (PSNR), структурної подібності (SSIM) або спектрального аналізу. Проте вони не завжди вірно відображають якість згладжування країв.

Гradientний аналіз пропонує інший підхід: оцінювання виконується через визначення зміни інтенсивності пікселів у крайових зонах. Оскільки саме межі найбільше страждають від aliasing, використання gradientів дозволяє отримати точнішу характеристику ефективності згладжування. При згладженні різкість gradientів зменшується, що може бути кількісно виміряне.

З математичної точки зору gradient зображення можна подати у вигляді вектора, який визначається так [5]:

$$\nabla I(x, y) = \left(\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right), \#(1)$$

де $\frac{\partial I}{\partial x}$ – швидкість зміни інтенсивності зображення за горизонтальним напрямом;

$\frac{\partial I}{\partial y}$ – швидкість зміни інтенсивності зображення за вертикальним напрямом.

Його модуль, що відображає силу змін, обчислюється за формулою [5]:

$$|\nabla I| = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial y} \right)^2} \#(2)$$

де $|\nabla I|$ – модуль gradientа, що характеризує абсолютну величину зміни яскравості у точці зображення.

Значення модуля gradientа дозволяє визначити різкість переходів між сусідніми областями зображення:

- чим більше значення $|\nabla I|$, тим вираженіший (різкіший) край;
- зменшення значення $|\nabla I|$ після згладжування свідчить про ефективність застосованої обробки.

Перша формула визначає gradient як вектор, компоненти якого відповідають швидкості зміни інтенсивності зображення за напрямками x та y . Друга формула описує величину цього вектора, тобто абсолютну силу зміни яскравості у даній точці зображення. Чим більшим є значення $|\nabla I|$, тим різкіший перехід між сусідніми областями, що дозволяє кількісно оцінювати ефективність згладжування.

Особливістю запропонованого підходу є інтеграція процесу оцінки у віртуальний світ Unreal Engine. Користувач отримує можливість у інтерактивній формі переміщатися по спеціально створеній тривимірній сцені та обирати різні об'єкти або зображення для подальшого аналізу. Такий підхід поєднує науковий метод оцінки з ігровим досвідом, що робить процес не лише більш наочним, а й доступним для візуального порівняння алгоритму антиаліасингу.

Висновки

На основі проведеного дослідження, можна зробити висновок, що антиаліасинг є критично важливим елементом сучасних систем візуалізації. Unreal Engine пропонує кілька вбудованих методів згладжування, однак для їх порівняння необхідні критерії оцінки. Gradientний аналіз показав свою ефективність для визначення якості згладжування, оскільки він зосереджується на точному вимірюванні різкості контурів. Інтеграція цього підходу з Unreal Engine дозволяє створити інтерактивне середовище, у якому користувач може у ігровій формі обирати зображення для порівняння. Це відкриває перспективи як для наукових досліджень, так і для практичного використання у сфері комп'ютерної графіки та розробки ігор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. В. Колодій, О. В. Романюк, «Аналіз методів згладжування», Матеріали LIII Всеукраїнської науково-технічної конференції факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінниця, 2024. [Online]. Available: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/20739>
2. J. W. Goodman, «Introduction to Fourier Optics», 3rd ed. New York, NY, USA: Roberts & Company Publishers, 2005. [Online]. Available: https://visionbook.mit.edu/sampling_and_aliasing.html
3. Unreal Engine. [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/en-US>. [Accessed: 15-Sep-2025]
4. Anti Aliasing and Upscaling in Unreal Engine. [Online]. Available: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/anti-aliasing-and-upscaling-in-unreal-engine#temporalsuperresolution>. [Accessed: 15-Sep-2025]
5. Image gradient. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Image_gradient. [Accessed: 15-Sep-2025]

УДК 378.147:004.9

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ВЧИТЕЛЯ МОВНО-ЛІТЕРАТУРНОЇ ГАЛУЗІ В ЗАДАЧІ КОМПЕНСАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ ВТРАТ

КОРАБЛЬОВ В.В. (korablov.vv@pdpu.edu.ua), ЧЕРНИХ В.В. (garafmalen@gmail.com)

Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»

Анотація. У роботі обґрунтовано потребу в швидких і доступних інструментах авторингу для забезпечення безперервності навчання в умовах бар'єрів та для оновлення цифрової компетентності вчителя, з особливим акцентом на перехідний цикл 5–6 класів. Запропоновано подавати літературні твори у форматі мультимодальної візуальної новели з короткими перевітками розуміння та визначено критерії добору інструменту: текстоцентричність і мультимодальність (озвучення, ілюстрації, субтитри, глосарій) та інфраструктурна доступність (офлайн/смартфон/веб). Підкреслено наявність «вікна можливостей» завдяки системним програмам підвищення кваліфікації вчителів і пріоритетності цифровізації в політиці та науково-методичному баченні. Результати підтверджують суспільний запит і окреслюють проблему вибору інструменту для компенсації навчальних втрат у мовно-літературній галузі.

Постановка проблеми

За даними UNICEF, на початок 2025/26 н.р. прибл. 4,6 млн дітей в Україні продовжують навчання з істотними бар'єрами (логістика, безпека, доступність), що прямо вимагає мобільних і простих у розгортанні рішень для безперервності навчання [1]. Це свідчить про необхідність оновлення змісту цифрової компетентності вчителя за рахунок введення нового інструменту, що може вирішувати задачу представлення навчального матеріалу в адаптованій цифровій формі. У системі загальної середньої освіти адаптаційний цикл 5–6 класів офіційно виокремлено як перехідний етап базової школи — логічна «точка входу» для іммерсивних, мультимодальних форматів подачі літературних творів [2].

Також, на рівні політики та системної підтримки освіти в Україні, фіксується довгостроковий запит на цифрову спроможність учителя: десятки тисяч педагогів пройшли навчання з цифрової педагогіки (UNESCO), що створює «вікно можливостей» для інструментів швидкого авторингу [4].

На рівні науково-методичного бачення НАПН України цифровізація визначається стратегічним пріоритетом, а інструменти, які спрощують виробництво якісного навчального контенту, — ключем до масштабу [5].

На рівні емпіричного запиту вчителів (моніторинг ІДЗО НАПН) у 2024 р. зафіксовано

потребу в доступних інструментах створення та адаптації матеріалів, у т. ч. для дистанційного/змішаного навчання, і необхідність підвищення цифрової компетентності [3].

Викладене вище аргументує запит на інструмент авторингу, який швидко перетворить письмовий програмний твір на «легку» до споживання іммерсивну новелу з короткими перевітками розуміння. З точки зору дидактики — огляди з мультимодального навчання підсумовують, що поєднання тексту, зображення й аудіо покращує сприйняття та залученість, що робить візуальну новелу природним носієм для подачі літературного твору [6].

Важливим постає питання добору відповідного інструменту. До якого можуть бути висунуті такі критерії:

Текстоцентричність + мультимодальність. Формат має природно працювати з текстом твору, додаючи озвучення, ілюстрації, субтитри, глосарій. Сучасні огляди з мультимодального навчання підкреслюють, що поєднання модальностей підтримує залученість і процеси розуміння

Доступність інфраструктурна. Потрібні офлайн-збірки для слабких ПК/ноутбуків, смартфонні збірки та веб-доступ із будь-якого браузера — щоб покрити сценарії переміщення й змішаного навчання, які фіксують міжнародні організації.

Висновки

В рамках дослідження підтверджено запит суспільства на розвиток цифрової компетентності вчителя мовно-літературної галузі. Підтверджено проблему пошуку інструменту компенсації навчальних втрат у 5–6 класах мовно-літературної галузі відповідно до розроблених критеріїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] UNICEF, “4.6 million children in Ukraine face ongoing educational barriers as fourth academic year during war begins,” *Press Release*, Sep. 1, 2025. [Online]. Available: <https://www.unicef.org/eca/press-releases/46-million-children-ukraine-face-ongoing-educational-barriers-fourth-academic-year>. Accessed: Sep. 16, 2025.
- [2] Eurydice, “Teaching and learning in single-structure education — Ukraine,” May 27, 2025. [Online]. Available: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/euryperia/ukraine/teaching-and-learning-single-structure-education>. Accessed: Sep. 16, 2025.
- [3] O. V. Ovcharuk, O. O. Hrytsenchuk, and O. Ye. Kravchyna, *Monitoring teachers' readiness and needs for the use of digital tools and ICT: 2024. Analytical report*. Kyiv, Ukraine: Institute for Digitalisation of Education, NAES of Ukraine, 2024. [Online]. Available: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743978/>. Accessed: Sep. 16, 2025.
- [4] UNESCO, “More than 48,000 Ukrainian teachers enrolled in UNESCO's ‘Digital teacher’ training,” Feb. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/en/articles/more-48000-ukrainian-teachers-enrolled-unescos-digital-teacher-training>. Accessed: Sep. 16, 2025.
- [5] V. H. Kremen, “Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи,” *Вісник НАПН України*, vol. 4, no. 2, pp. 1–49, 2022, doi: 10.37472/v.naes.2022.4223. [Online]. Available: <https://visnyk.naps.gov.ua/index.php/journal/article/view/320>. Accessed: Sep. 16, 2025.
- [6] H. Luo, “Editorial: Advances in multimodal learning: pedagogies, technologies, and analytics,” *Frontiers in Psychology*, vol. 14, Oct. 31, 2023, Art. no. 1286092, doi: 10.3389/fpsyg.2023.1286092. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2023.1286092/full>. Accessed: Sep. 16, 2025.

ОНЛАЙН-КУРС З ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ «ТВІЙ УСПІХ» ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО КОМУНІКАЦІЇ

КОСЕНКО Ю.Г. (write2yulia@ukr.net)

Сумський національний аграрний університет

Метою дослідження є показ онлайн-курсу з вивчення іноземних мов «Твій успіх» як інноваційного підходу до комунікації, у процесі якого іноземні слухачі опановують всі види мовленнєвої діяльності.

Формування в іноземних слухачів іншомовної комунікативної компетентності можливе, на нашу думку, за умовою: внутрішнього бажання вивчати українську мову; самостійної роботи, не менше 20 хвилин щоденно; відсутності моделі перфекціонізму на противагу позитивній роботі над власними помилками; відвідувань занять; перегляду відео уроків з граматики, зокрема, нашого ютуб каналу «Твій успіх», або самостійного прочитання теорії в підручниках, оскільки без теоретичних знань не може бути практики; комунікації з носіями мови як у реальному, так і у віртуальному світі; не відтермінування процесу навчання; створення звички вивчати нові слова щодня; віри у власні сили; відчуття спокою та розслаблення в момент комунікації, зацікавлення в гарному результаті; отримання корисної інформації під час комунікації тощо. Вищенаведені положення висвітлені в нашому онлайн-курсі з вивчення іноземних мов «Твій успіх» **[Ошибка!**

Источник ссылки не найден.], у якому іноземці мають можливість: здійснювати відкритий доступ до онлайн-уроків з української мови, спілкуватися в режимі онлайн, логічно структурувати й передавати свої висловлення, обирати ефективні стратегії для розв'язання будь-якого завдання, створюючи, таким чином, у навчанні умови для формування іншомовної комунікативної компетентності.

Занурення у віртуальну мовну чи професійну ситуацію дає змогу іноземним слухачам отримати знання, не виходячи із дому. Відтак для сучасної молоді важливо швидко та зручно отримувати потрібну інформацію. Готові програмні продукти іноземець має можливість переглядати стільки часу, скільки йому буде потрібно. Змодельована реальна ситуація мовлення, у такий спосіб створює ефект контакту з мовним середовищем.

Під час онлайн відео уроку на ютуб каналі «Твій успіх» викладач продукує вже чітко підібраний матеріал, у якому увага зосереджена на виявленні типових помилок та їх усуненні. На прикладах та за допомогою правил іноземний слухач швидко опановує навчальний матеріал та запам'ятовує винятки, оскільки вдало підібрана система вправ дозволяє повторювати матеріал до повного автоматизму.

Під час уроку іноземний слухач у режимі онлайн виконує завдання, які пропонує викладач. Вправи на переклад виконуються з початку з візуальним зображенням, а потім тільки на слух, що дозволяє за короткий час іноземному слухачу без сторонньої допомоги починати розмовляти українською, це відбувається завдяки вдало підібраним прикладам, а також чіткому візуальному оформленню, які в підсумку моделюють мовну ситуацію. Такий індивідуальний підхід створює умови для самостійного навчання та отримання гарних результатів, оскільки правильна вимова диктора формує в іноземних слухачів навички мовленнєвої діяльності. Онлайн-урок ніколи не замінить традиційний урок, але й у авторів цього методу немає такої мети, відео урок є лише новим додатковим матеріалом для вивчення української мови як іноземної.

У період пошуку нових підходів та технологій оптимізації освітнього процесу, сучасний викладач – це генератор ідей, організатор, режисер, який визначає ролі та процес навчання, поєднуючи традиційні та новітні методики, прийоми та засоби, а також уміє користуватися мультимедійним інструментами.

Ефективність використання відеоматеріалів залежить не лише від майстерності онлайн-викладача, але й від якості самого відео та технічних і програмних засобів його створення. Саме тому викладач, який створює власні відеоматеріали, повинен: мати уявлення про основні технічні засоби запису відео й аудіо; засвоїти теоретичні відомості про цифрове відео й аудіо; здобути основні навички відеозйомки; навчитися використовувати програмне забезпечення для відеомонтажу; уміти публікувати відеоматеріали в мережі Інтернет; уміти використовувати

відеофрагменти в навчально-виховному процесі. Так, О. Агіна наголошує на тому, що використання відеоматеріалів за фаховою тематикою надає слухачам повну й точну інформацію про вивчені явища та процеси, збагачує запас термінологічної лексики; забезпечує баланс між фактичними знаннями та практичними вміннями й навичками [1, с. 7].

Іншими словами, застосування інноваційних методів навчання розвиває творчий потенціал інофонів, дозволяє вийти за межі традиційних підходів, мотивує до пошуків нових форм. На сучасному етапі розвитку технологій відеоматеріали є актуальним і надзвичайно корисним ресурсом для ефективного навчання української мови як іноземної. У цьому можна переконатися на прикладі використання мереживого мультимедійного онлайн-курсу «Твій успіх», який доцільно використовувати при опануванні різних аспектів мови, при формуванні вмінь і навичок у різних видах мовленнєвої діяльності. Прикметно, що на YouTube каналі «Твій успіх» завдяки ІКТ мають можливість іноземці прослуховувати звуки, слова, фрази та тексти. При цьому є можливість прослухати певні фрагменти повторно, зіставити вимову з написанням. Аудіоможливості засобів ІКТ уможливають онлайн-прослуховування слів з вуст викладача-словесника на YouTube каналі «Твій успіх», що сприяє розширенню вокабуляру іноземців. У процесі навчання граматиці подається теоретичний матеріал в онлайн-режимі, який іноземні слухачі можуть безперервно переглядати та вивчати. У випадку появи певних труднощів у розумінні граматичного матеріалу кожен іноземний слухач має можливість задавати питання у коментарях та отримати миттєву відповідь від викладача. Упровадження онлайн-курсу «Твій успіх» у процес навчання аудіюванню сприяє формуванню та розвитку фонетичних умінь і навичок, дозволяє прослуховувати відео зі швидкістю, що інокомунікант обирає самостійно відповідно до свого рівня володіння мовою, уможливорює повторне прослуховування фрагментів онлайн-уроків для більш повного та адекватного їх розуміння.

Отже, застосування онлайн-курсу з вивчення іноземних мов «Твій успіх» як інноваційного підходу до комунікації під час навчання говорінню сприяє формуванню та розвитку фонетичних умінь і навичок в іноземних слухачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агіна О.І. Можливості використання відеоматеріалів на заняттях з української мови як іноземної. Збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. *Мовна освіта в сучасних ЗВО: тенденції, виклики, перспективи* (електронне видання). Біла Церква, 2020. С. 7–9.

УДК 004.054

ФІЗИКА У ГРІ: СТВОРЕННЯ ДИНАМІЧНОГО 2D-ПЛАТФОРМЕРА НА РУШІІ UNITY

КРИВЧЕНКО А.А. (Nastya.otk.2014@gmail.com),
ДЖАБРАІЛОВ Д.В. (otfkontu@gmail.com), ЗАЛАПІН О.І.
Відокремлений структурний підрозділ «Одеський технічний фаховий коледж
Одеського національного технологічного університету

У представленій роботі здійснено розробку та реалізацію гри "Змійка" з упровадженням розширених ігрових можливостей та модифікації геймплею. Визначено принципи роботи основних модулів, розроблено алгоритми руху, генерації об'єктів та обробки взаємодій, а також досліджено способи урізноманітнення класичної механіки гри.

Для досягнення поставленої мети створено 2D-гру у середовищі Unity з використанням мови програмування C# та інтегрованого середовища Visual Studio. До базового геймплею додано нові типи бонусів і перешкод, змінні швидкості руху, а також унікальні режими гри, що підвищують динамічність і складність проходження.

У процесі роботи реалізовано модульну архітектуру проєкту, що забезпечує легке додавання нових елементів та сценаріїв. Особливу увагу приділено оптимізації взаємодії між ігровими об'єктами, налаштуванню фізичних параметрів та створенню багаторазово використовуваних префабів для швидкого розширення функціоналу.

В основі розроблюваного проєкту лежить відтворення класичної гри «Змійка». Концепція визначає жанр гри, її стиль, ігрові механіки та ключову мету — досягнення балансу між традиційним геймплеєм і новими модифікаціями, що підвищують реіграбельність.

Жанрова приналежність — аркада, візуальний стиль — 2D із видом зверху, що реалізується через систему спрайтів і тайлів. Цільовою платформою визначено персональні комп'ютери під управлінням ОС Windows.

Основний ігровий процес полягає у керуванні головою змійки, яка переміщується по клітинках ігрового поля. Гравець має уникати перешкод (кущів та меж поля), збирати їжу й бонуси, що впливають на рахунок та параметри гри.

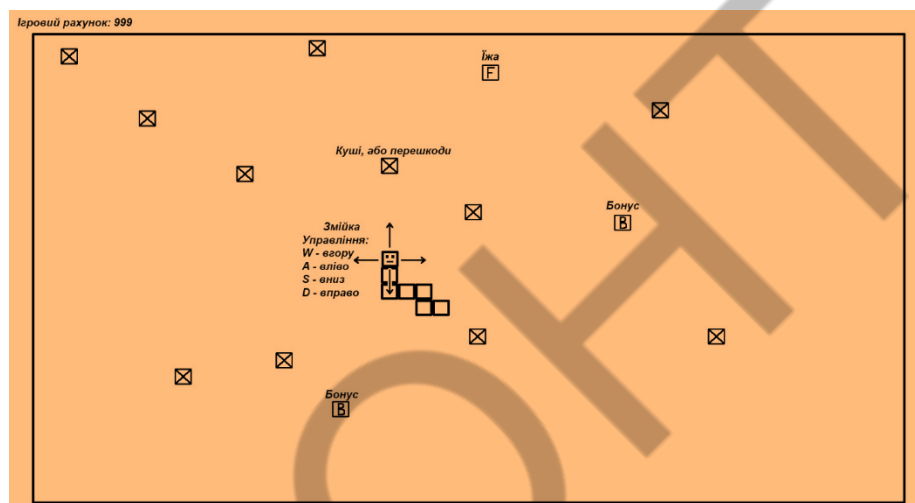


Рисунок 1. Концептуальне зображення ігрового процесу проєкту

Проєкт реалізовано на основі принципів модульності та об'єктно-орієнтованого програмування, що забезпечує гнучкість, масштабованість і зручність підтримки коду. Загальна структура системи складається з трьох основних блоків, кожен з яких виконує окрему функціональну роль у грі.

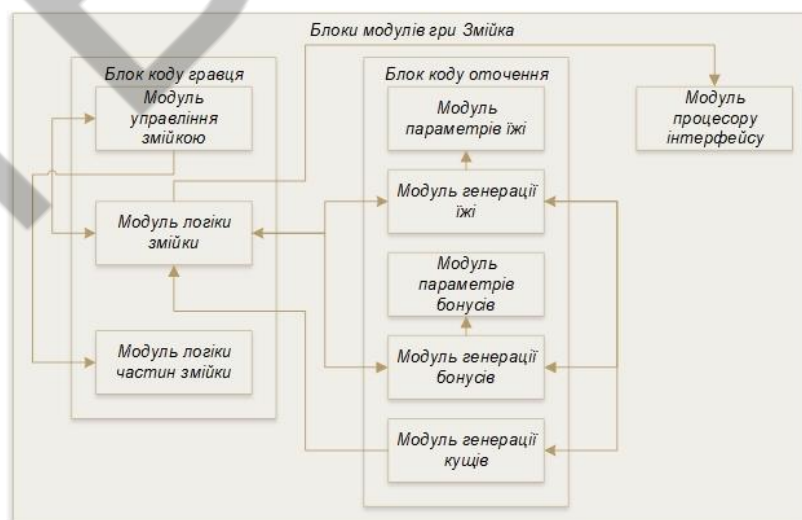


Рисунок 2. Схема зв'язків між модулями розробляемого проєкту

Перший блок — це блок коду гравця, який відповідає за управління змійкою. Він включає

логіку її руху, обробку введення з клавіатури та модуль, що контролює графіку частинок тіла, зокрема зміну вигляду голови залежно від напрямку руху. Другий блок — блок оточення — охоплює механізми генерації їжі, кущів і бонусів, а також контроль параметрів цих об'єктів, таких як розташування, тривалість дії чи взаємодія зі змією. Третій блок — це блок інтерфейсу, який відповідає за виведення на екран ігрового рахунку, швидкості руху, кількості життів та інших параметрів, що відображають поточний стан гри.

Взаємодія між модулями реалізована через відкриті методи та змінні, що дозволяє забезпечити прозорість зв'язків і спрощує інтеграцію нових механік. Такий підхід сприяє подальшому розвитку гри, дозволяючи легко додавати нові функції, змінювати існуючі компоненти та адаптувати проєкт до нових вимог.

Основні ігрові механіки: Їжа: з'являється випадковим чином на полі, при взаємодії збільшує рахунок і довжину змійки. Кущі (перешкоди): статичні об'єкти, зіткнення з якими призводить до завершення гри. Бонуси: об'єкти, що випадають із певною ймовірністю, надаючи гравцеві модифікації. Серед реалізованих — зміна швидкості руху, збільшення очок, додавання кущів тощо. Всі бонуси мають власні унікальні спрайти для візуального розпізнавання.

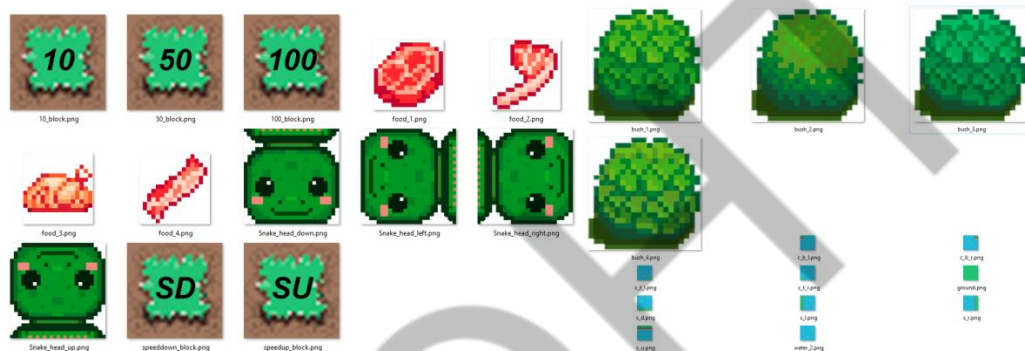


Рисунок 3. Створені матеріали ігрових об'єктів для розробляємої гри

Управління змією здійснюється за допомогою клавіш WASD або стрілок, що відповідають напрямкам руху по сітці. Передбачено десять рівнів швидкості, які зростають залежно від ігрового рахунку.

Розробка здійснювалася у середовищі Unity, з використанням мови програмування C# та IDE Visual Studio. Для створення та редагування графічних матеріалів застосовувався Adobe Photoshop.

Візуальна частина включає матеріали оточення (тайли трави, узбережжя, води, а також кущі); матеріали ігрових об'єктів (спрайти голови та частин змійки, їжі та бонусів).

Рівні створюються за допомогою інструменту Tile Palette, що забезпечує швидке й зручне розміщення тайлів у сцені та дає змогу масштабувати проєкт.

У процесі розробки гри «Змійка» реалізовано низку ключових модулів, кожен з яких виконує важливу функцію для забезпечення повноцінного ігрового процесу. Модуль управління гравцем відповідає за обробку введення з клавіатури, визначає напрямок руху та забезпечує переміщення голови змійки відповідно до дій користувача. Логіка змійки реалізована в окремому модулі, який контролює ріст змійки, її взаємодію з об'єктами на полі, обчислення рахунку та перевірку умов завершення гри. Графічне відображення змійки забезпечується модулем частинок тіла, який змінює вигляд голови залежно від напрямку руху та контролює правильне розташування частинок тіла. Їжа генерується за допомогою спеціального модуля, що випадково розміщує об'єкти на полі, уникаючи колізій з іншими елементами. Статичні перешкоди у вигляді кущів створюються модулем генерації кущів, який може викликатись повторно, наприклад, у разі активації бонусів. Бонуси реалізовані через окремий модуль, що визначає ймовірність їх появи, створює об'єкти з певними параметрами та контролює їх розміщення. Всі дані, що надходять із логіки гри, обробляються модулем інтерфейсу, який відповідає за їхнє графічне відображення для гравця, включаючи рахунок, статус гри та активні бонуси.

Ключовою інновацією гри є система бонусів, яка значно урізноманітнює ігровий процес, зберігаючи при цьому класичну жанрову природу «Змійки». У грі реалізовано шість типів бонусів, що впливають на динаміку та стратегію проходження. Серед них — ефекти прискорення або

уповільнення руху, додавання певної кількості очок (10, 50 чи 100), а також поява нового купця на полі, що створює додаткові перешкоди. Ймовірність випадіння кожного бонусу є різною, що дозволяє досягти балансу між складністю та винагородою, а також робить кожну ігрову сесію унікальною та непередбачуваною.

Висновки: У результаті було реалізовано повноцінний ігровий прототип класичної «Змійки» з інтегрованими модифікаціями. Кожний модуль було спроектовано й протестовано окремо, а зв'язки між ними організовані з урахуванням майбутньої масштабованості.

Розробка довела ефективність використання Unity + C# як гнучкої платформи для інді-проектів. Внесення нових механік, зокрема бонусів, підтвердило доцільність модульної архітектури, що дозволяє розширювати гру без суттєвої перебудови структури.

Таким чином, проєкт поєднує класичний геймплей із сучасними технічними рішеннями, забезпечуючи простоту, динамічність та варіативність ігрового процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шевчук В.В. Основи програмування мовою C++. Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2020. – 312 с.
2. Скибицький О.М. Алгоритми та структури даних. – Львів: Новий Світ, 2018. – 256 с.
3. Яворський Б.М. Об'єктно-орієнтоване програмування. – Харків: Фоліо, 2021. – 398 с.
4. Кузьменко С.П. Розробка ігор мовою C++. – Дніпро: Акцент, 2022. – 345 с.

УДК 004.04

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ СТУДЕНТІВ

ЛИСТОПАД Н. Л. (natasha.listopad@gmail.com)

Комунальний заклад «Одеський педагогічний фаховий коледж».

Розглянуто проблему використання гейміфікації як інноваційного інструмента підвищення ефективності освітнього процесу в закладах фахової передвищої педагогічної освіти. Показано, що впровадження ігрових технологій сприяє розвитку цифрової грамотності майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти, формуванню навичок критичного мислення, комунікації, співпраці та креативності. На основі аналізу освітньої практики педагогічного коледжу доведено, що гейміфікація забезпечує інтерактивність освітнього процесу, підвищує мотивацію здобувачів освіти та готує майбутніх вихователів до використання цифрових інструментів у професійній діяльності.

Сучасні тенденції розвитку освіти як в Україні, так і у світі характеризуються активним впровадженням цифрових технологій у всі складові освітнього процесу. Впровадження цифрових технологій в освітній процес зумовлює потребу у цілеспрямованому та системному формуванні цифрової грамотності здобувачів педагогічної освіти як базової умови їхньої професійної підготовки [2]. Інтеграція цифрових інструментів та ресурсів в освітнє середовище не є лише технічною інновацією, а виступає стратегічним напрямом модернізації освітньої політики, що відповідає орієнтирам сталого розвитку освіти, визначеним у міжнародних документах ЮНЕСКО та Європейського Союзу. Зокрема, у Європейській рамці цифрової компетентності DigCompEdu цифрова компетентність визначається як ключовий чинник професійного зростання педагогів, що безпосередньо впливає на якість навчання та виховання [5].

У контексті підготовки майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти цифрова компетентність набуває особливої актуальності. Від рівня їхньої готовності ефективно застосовувати цифрові інструменти залежить не лише організація освітнього процесу, але й створення умов для розвитку пізнавальної активності, креативного мислення, комунікативних та

соціальних навичок дітей дошкільного віку [4]. Цифрова грамотність педагога стає важливим чинником забезпечення якості дошкільної освіти та підґрунтям для формування в дітей здатності орієнтуватися у цифровому світі [3].

У працях вітчизняних науковців (В. Андрущенко, В. Биков, А. Богуш, О. Буров, Р. Гуревич, А. Гуржій, М. Згуровський, С. Калашнікова, В. Кремень, М. Лещенко, С. Литвинова, В. Луговий, О. Ляшенко, С. Ніколаєнко, П. Саух, С. Сисоєва, О. Спірін, О. Топузов та ін.) підкреслюється, що цифрова трансформація освіти не обмежується лише оновленням її інструментарію. Вона зумовлює становлення нової педагогічної культури, яка ґрунтується на принципах інноваційності, мобільності, інтерактивності та орієнтації на індивідуальні потреби здобувачів освіти. Така культура передбачає підвищення ролі цифрових технологій у створенні відкритого, гнучкого та інклюзивного освітнього простору, що відповідає викликам глобалізованого суспільства та сучасним потребам дітей і молоді [5].

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти одним із перспективних методів формування цифрової грамотності майбутніх педагогів доцільно вважати гейміфікацію. Впровадження ігрових механік у навчальний процес розглядається як ефективний інструмент підвищення когнітивної активності здобувачів освіти, оскільки воно забезпечує більш високий рівень їхньої залученості, стимулює внутрішню мотивацію до навчання, сприяє розвитку професійних компетентностей, а також створює умови для інтеграції теоретичних знань у практичну діяльність [7].

Наукові розвідки зарубіжних дослідників (D. Chou, S. Deterding, Y. Gabe, J. Hamari, K. Kapp, S. Nicholson) доводять, що гейміфікація є інноваційним підходом до організації освітньої діяльності, що дозволяє поєднувати освітні цілі з ігровими формами активності. Вона виступає потужним засобом модернізації освітнього процесу, оскільки відповідає психолого-педагогічним особливостям молодіжної аудиторії, формує позитивне ставлення до навчальної діяльності, підвищує рівень мотивації та сприяє формуванню навичок цифрової культури [1].

Для майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти цифрова компетентність набуває особливої значущості. Вона є не лише невід'ємною складовою їхньої професійної підготовки, а й необхідною умовою ефективного реалізації освітнього процесу в умовах цифровізації суспільства [5]. Здатність педагогів грамотно застосовувати цифрові технології та інноваційні методи, зокрема гейміфікаційні підходи, забезпечує підвищення якості освітніх послуг, розвиток у дітей ключових компетентностей, адаптацію вихованців до сучасного інформаційного середовища та формування основ цифрової культури з раннього віку. Гейміфікація постає як один із важливих чинників цифрової трансформації освітнього процесу, що поєднує технологічні, педагогічні та психологічні аспекти, сприяючи підготовці конкурентоспроможних фахівців дошкільної освіти, здатних ефективно діяти в умовах динамічних суспільних змін.

Аналіз результатів дослідження засвідчив, що більшість студентів позитивно оцінюють застосування ігрових елементів у освітній процес, розглядаючи їх як ефективний засіб підвищення пізнавальної активності та формування стійкої навчальної мотивації. Серед найбільш результативних форм гейміфікації респонденти виокремили низку інтерактивних інструментів, зокрема: онлайн-вікторини та тести (Kahoot, Quizizz), які забезпечують швидке засвоєння та оперативне закріплення освітнього матеріалу, створюють умови для самоконтролю та зворотного зв'язку; цифрові квести та веб-квести, що сприяють формуванню навичок пошуку, критичного аналізу й систематизації інформації, а також стимулюють розвиток дослідницької компетентності; рольові ігри та симуляції, які дозволяють моделювати різні педагогічні ситуації, наближені до реальної професійної діяльності, та сприяють розвитку комунікативних і соціально-емоційних компетентностей; системи освітніх досягнень (бейджі, рейтинги, таблиці лідерів), що виступають додатковими інструментами мотивації, стимулюючи конкурентність, прагнення до саморозвитку та досягнення кращих результатів.

Отримані емпіричні дані свідчать, що понад 70% студентів розглядають гейміфікацію як важливий інструмент розвитку цифрової грамотності. На їхню думку, ігрові практики сприяють формуванню умінь і навичок ефективного використання сучасних онлайн-платформ, підвищують рівень інформаційної безпеки, розвивають критичне та креативне мислення, а також забезпечують готовність до творчого застосування цифрових ресурсів у майбутній професійній діяльності. Гейміфікаційні технології постають не лише як інноваційний метод організації навчальної

діяльності, а й як значущий чинник професійної підготовки майбутніх педагогів, що забезпечує інтеграцію освітніх, технологічних та соціально-психологічних компонентів у процесі формування цифрової компетентності [7].

Досвід упровадження гейміфікації в освітній практиці педагогічного коледжу засвідчив, що інтеграція ігрових елементів у освітній процес не лише підвищує інтерес і залученість студентів, але й сприяє створенню умов для формування ключових компетентностей XXI століття, зокрема критичного та креативного мислення, комунікативних навичок, уміння працювати в команді, здатності до самонавчання й ефективного використання цифрових технологій. Для майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти особливого значення набуває не лише засвоєння сучасних цифрових інструментів, а й уміння застосовувати їх у безпосередній взаємодії з дітьми дошкільного віку, що потребує ретельного методичного забезпечення та спеціальної професійної підготовки. Наприклад, використання інтерактивних платформ (Kahoot, Quizizz, LearningApps) може стати основою для створення дидактичних ігор, спрямованих на розвиток логічного мислення, мовлення та уваги у дітей. Застосування віртуальних конструкторів (Minecraft Education, Tinkercad) відкриває можливості для формування елементарних навичок STEM-освіти, тоді як цифрові квести чи освітні симуляції сприяють розвитку соціально-комунікативних умінь та емоційного інтелекту.

Водночас гейміфікаційні інструменти можуть бути ефективними й у виховному процесі. Використання системи нагород (бейджів, рейтингів, мотиваційних значків) формує у дітей позитивне ставлення до освітнього процесу, розвиває навички самоконтролю й стимулює досягнення результатів. Наприклад, у межах інтегрованих занять з мовленнєвого розвитку можна запроваджувати «мовні квести», де діти отримують символічні винагороди за правильні відповіді чи активну участь.

В ході дослідження з'ясовано, що застосування гейміфікації в педагогічному коледжі має подвійну цінність: з одного боку, воно підвищує ефективність професійної підготовки студентів, формуючи в них цифрову компетентність і навички XXI століття, а з іншого – надає майбутнім вихователям практичний досвід розробки та використання ігрових освітніх технологій у роботі з дітьми дошкільного віку, що є ключовим чинником успішної реалізації сучасного освітнього процесу. Проведене дослідження дало можливість сформулювати висновки, що гейміфікація виступає ефективним засобом формування цифрової грамотності майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти. Використання ігрових технологій в освітньому процесі педагогічного коледжу сприяє підвищенню мотивації, розвитку критичного мислення, комунікативних і креативних навичок. Результати дослідження підтверджують, що інтеграція гейміфікації в освітній процес є доцільною та перспективною для підготовки майбутніх вихователів, здатних ефективно працювати в умовах цифровізації освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбань О. Освітологічні аспекти відеоігрової діяльності в сучасному освітньому середовищі *Освітологія*. 2023. № 12. С. 7–19. DOI: <https://doi.org/10.28925/2226-3012.2023.12.1>
2. Листопад О. Підготовка майбутніх вихователів до використання інноваційних технологій в закладах дошкільної освіти *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Педагогічні науки* : зб. наук. пр. / за ред. проф. Тетяни Степанової. № 2 (65), травень 2019. Миколаїв : МНУ імені В. О. Сухомлинського, 2019. С. 183–189. DOI: <https://doi.org/10.33310/2518-7813-2019-65-2-183-189>
3. Листопад О. А., Мардарова І. К., Листопад Н. Л. Особливості застосування мультимедійних технологій в процесі формування цифрової культури здобувачів вищої і фахової передвищої освіти. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Педагогічні науки*. 2024. Вип. 4 (56). С. 24–33. DOI: <https://doi.org/10.31376/2410-0897-2024-3-56-24-33>
4. Листопад О., Листопад Н. Організація дистанційного навчання на платформі Moodle: теорія та практика. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету: збірник наукових праць. Педагогічні науки*. Ізмаїл: РВВ ІДГУ, 2025. Вип. 70. С. 145–155. DOI: [https://doi.org/10.31909/26168812.2025-\(70\)-20](https://doi.org/10.31909/26168812.2025-(70)-20)

5. Листопад О., Мардарова І. Цифрова трансформація вищої освіти: теоретичний та практичний аспекти. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету: збірник наукових праць. Педагогічні науки*. Ізмаїл: РВВ ІДГУ, 2024. Вип. 66. С. 143–152. DOI: [https://doi.org/10.31909/26168812.2024-\(66\)-19](https://doi.org/10.31909/26168812.2024-(66)-19)
6. Листопад О., Мардарова І., Листопад Н. Педагогічна підтримка сталого професійно-творчого саморозвитку майбутніх педагогів. *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Серія: Філософія. Педагогіка*, 2025. № 1 (8), С. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.54891/2786-7013-2025-1-12>
7. Саган О. В. Гейміфікація як сучасний освітній тренд. Збірник наукових праць «Педагогічні науки». Івано-Франківськ, Педагогічні науки, 2022. № 100 С. 12–18 DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2022-100-2>

УДК 004.588

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ МУЗИКИ ДЛЯ КОРИСТУВАЧІВ БЕЗ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОФЕСІЙНОГО ДОСВІДУ

ЛУЖАНСЬКИЙ РОСТИСЛАВ (luzanskijrostislav084@gmail.com),

ІЗВАЛОВ ОЛЕКСІЙ (alexey@globalgamejam.org)

Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті

Не зважаючи на великий вибір професійних мобільних програм для створення музики (DAW) існує проблема їх надмірної складності для початківців, що створює високий поріг входу в творчість. Метою роботи є розробка мобільного додатку, який надає інтуїтивний та спрощений інструментарій для створення електронної музики користувачам без професійного досвіду. Проєкт ґрунтується на принципах свідомого спрощення, фокусуючись на двох основних режимах: візуальному покроковому секвенсорі для «малювання» ритмів та гармонійно обмеженій клавіатурі для створення мелодій. Інтеграція гейміфікації та готових пресетів дозволяє користувачам швидко освоїти додаток і розпочати творчий процес. Результатом роботи є створення програмного прототипу, що виступає «пісочницею» для музичних експериментів, яка стимулює творчість, а не перевантажує надмірною функціональністю.

Вступ. Сучасна епоха характеризується демократизацією творчості завдяки розвитку мобільних технологій. Якщо раніше для створення музики були потрібні дорогі студії та спеціалізоване обладнання, то сьогодні потужні інструменти доступні у кожному смартфоні. Однак, попри цю доступність, існує значний розрив між професійними мобільними додатками (Digital Audio Workstations, DAW), такими як FL Studio Mobile, та аудиторією початківців. Професійні інструменти пропонують надлишкову функціональність, складні багатосторінкові інтерфейси, віртуальні мікшери та системи плагінів, що створює високий поріг входження та може пригнічувати творчі пориви новачків через так званий "парадокс вибору" (табл.1).

Дана робота висуває гіпотезу, що свідоме спрощення інструментарію та фокус на ключових аспектах композиції можуть значно ефективніше стимулювати творчість у початківців. Метою роботи є розробка мобільного додатку, який функціонує як "пісочниця для творчості", надаючи інтуїтивно зрозумілі механізми для створення музики без необхідності глибоких знань у музичній теорії чи звукорежисурі.

Аналіз показав, що існує потреба в інструменті, який поєднує творчу свободу (як у DAW) з простотою та ігровим підходом (як у Groovepad та Scratch), фокусуючись на створенні оригінальних мелодій та ритмів.

Метою роботи є проєктування архітектури та розробка програмного прототипу мобільного додатку для створення електронної музики, орієнтованого на користувачів без спеціалізованої музичної освіти.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- Спроектувати користувацький інтерфейс (UI/UX) за принципом "mobile-first", мінімізуючи кількість екранів та елементів керування для максимальної інтуїтивності.
- Реалізувати два ключові режими роботи: покроковий секвенсор для створення ритмічних патернів та режим "живої гри" з використанням гармонічно обмежених клавіатур.
- Розробити систему пресетів, що включатиме набори звуків (кіти) для популярних жанрів (Hip-Hop, Lo-fi, EDM), що дозволить користувачам швидко почати творити у знайомому стилі.
- Імплементувати функціонал збереження проєктів у внутрішньому форматі та експорту готових треків у поширені аудіоформати (.WAV, .MP3) для поширення творчості.
- Дослідити та інтегрувати елементи гейміфікації (навчальні рівні, завдання) для поступового ознайомлення користувача з основами ритму, мелодії та структури композиції.

Таблиця 1. Аналіз існуючих рішень у сфері створення музики

Категорія додатків	Приклади	Переваги	Недоліки
Професійні мобільні DAW	FL Studio Mobile, GarageBand	Велика кількість інструментів, гнучкість, наближення до повноцінних настільних програм	Перевантажений інтерфейс для маленьких екранів; складність у використанні; потреба в музичних знаннях; GarageBand обмежений екосистемою Apple
Додатки на основі лупів	Groovepad, Launchpad	Простота використання, швидкий результат, ігровий підхід	Обмежена творча свобода; користувач виступає радше як діджей, а не композитор
Освітні та експериментальні інструменти	BeepBox, Scratch	Мінімалістичність, можливість навчання музичним і програмним основам, легкість засвоєння	Вузька звукова палітра (BeepBox); експериментальність і обмеженість функцій (Scratch)

Архітектура та ключові технологічні рішення. В основі додатку лежать кілька ключових концепцій:

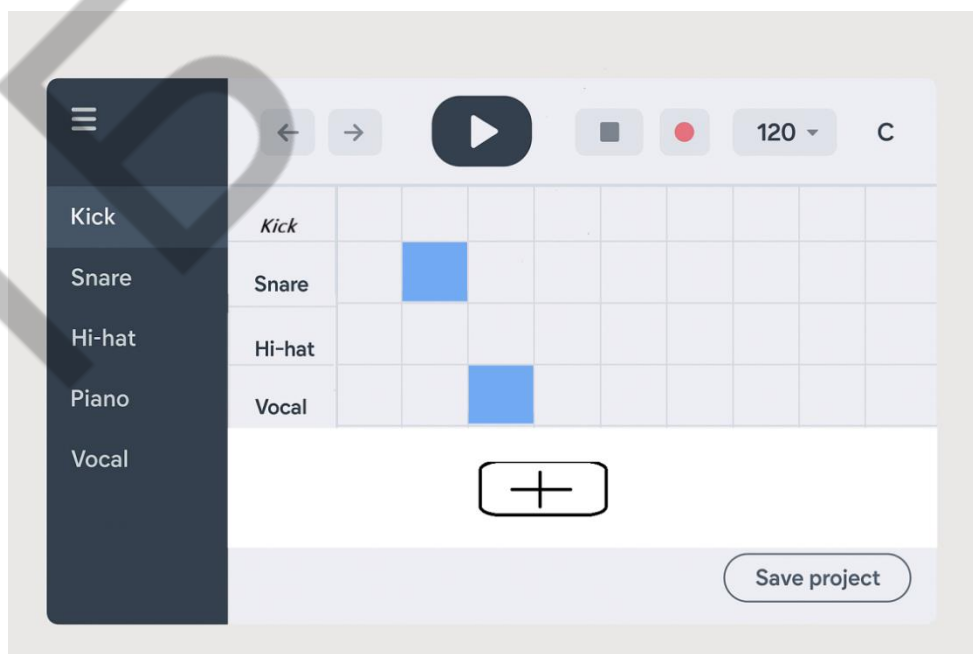


Рисунок 1. Шаблон інтерфейсу мобільного додатку

Два режими створення музики:

- Режим секвенсора: являє собою візуальну сітку (grid), де по горизонталі відкладено час (такти), а по вертикалі – доступні інструменти. Користувач "малює" музику, розставляючи блоки-ноти (рис.1).
- Режим "живої гри": для уникнення дисонансу додаток пропонує "розумні" клавіатури з обмеженням нот відповідно до тональності.
- Звуковий рушій: використання вбудованого синтезатора та бібліотеки семплів замість складних плагінів. Це забезпечує стабільність та низьку затримку звуку.
- Гейміфікація навчання: інтерактивні завдання для поступового навчання основам ритму та мелодії.

Висновки та перспективи розвитку

Запропонований проєкт є спробою переосмислити підхід до створення музики на мобільних пристроях, зміщуючи фокус з професійної складності на творчу доступність. Розроблюваний додаток не прагне замінити повноцінні DAW, а має на меті стати першим кроком для мільйонів потенційних музикантів, які бажають спробувати свої сили, але не знають, з чого почати.

Перспективи розвитку проєкту включають:

- Розширення бібліотеки звуків та жанрових пресетів через завантажувані пакети.
- Додавання базових аудіоефектів (реверберація, дилей) з максимально спрощеним керуванням.
- Реалізація соціальних функцій: можливість ділитися треками в спільноті, спільна робота над проєктами.
- Інтеграція з хмарними сервісами для синхронізації проєктів між пристроями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Android Developers Documentation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://developer.android.com/docs> – Офіційна документація для розробників Android, що є першоджерелом інформації про API для роботи з аудіо, UI та іншими компонентами системи.
2. Google Developers. Oboe. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://github.com/google/oboe> – Oboe — це бібліотека C++ для створення високопродуктивних аудіододатків на Android з низькою затримкою (low latency), що є критично важливим для музичних інструментів.
3. Google. Material Design. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://material.io/design> – Офіційні гайдлайни від Google щодо створення сучасних, чистих та функціональних інтерфейсів для Android-додатків.
4. ВеерВох. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.beerbox.co> – Прямий аналог та джерело натхнення. Аналіз його відкритого коду та інтерфейсних рішень може дати цінні ідеї для реалізації власного секвенсора.
5. Scratch - Imagine, Program, Share. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://scratch.mit.edu/> – Освітня платформа від MIT. Вивчення її музичних блоків та підходу до навчання через творчість є ключовим для ідеології вашого проєкту.
6. Image-Line. FL Studio Mobile. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.image-line.com/fl-studio-mobile/> – Офіційний сайт професійної мобільної DAW, аналіз функціональності якої допоможе визначити, які саме елементи варто свідомо спростити.
7. Apple. GarageBand for iOS. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.apple.com/ios/garageband/> – Аналіз "розумних" інструментів (Smart Instruments) та підходу до аранжування в GarageBand може надати ідеї для реалізації гармонічно обмежених клавіатур.

ІНТЕГРАЦІЯ СЕРІЙОЗНИХ ІГОР У ESP: МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ЕМОЦІЙНОЇ ТА ЛІНГВІСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

МИКОЛАЙЧУК А.І. (mykalisa@gmail.com),

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У доповіді представлено педагогічну модель інтеграції серйозних ігор у курси англійської мови за професійним спрямуванням (ESP) для студентів спеціальності 053 «Психологія». Запропонований підхід поєднує рольові симуляції, кейс-метод і елементи гейміфікації з метою розвитку емоційної грамотності, лідерських навичок та мовної компетентності. Модель ґрунтується на принципах предметно-мовного інтегрованого навчання (CLIL), теорії емоційного інтелекту та міжкультурної комунікації, реалізується в межах методології дослідження на основі дизайну (DBR). Пілотна апробація показала позитивну динаміку у точності вживання професійної лексики, здатності вести емпатійну взаємодію та формуванні професійної ідентичності майбутніх психологів.

Сучасна вища освіта в Україні перебуває під впливом двох взаємопов'язаних чинників глобалізації та війни, що вимагає підготовки фахівців, здатних діяти в умовах емоційної напруги, невизначеності та міжкультурної взаємодії. Для студентів психології важливими є не лише академічні знання, а й уміння комунікувати з емпатією, приймати рішення у складних ситуаціях та проявляти лідерство. Традиційні курси ESP рідко інтегрують системне формування емоційного інтелекту, а використання серйозних ігор у цій сфері є поодиноким.

Метою дослідження є розробка та оцінка міждисциплінарної моделі ESP для студентів психології, яка використовує серйозні ігри для одночасного розвитку емоційної грамотності та мовної компетентності.

Завданнями дослідження є створити ESP-модель, що поєднує рольові симуляції та гейміфіковані кейси, адаптовані до майбутньої професійної діяльності психологів; інтегрувати тренування емоційної грамотності та міжкультурної чутливості у вивчення професійної англійської мови; оцінити вплив моделі на точність комунікації, здатність до емпатійної взаємодії та готовність до лідерства.

Дослідження реалізовано у форматі дизайн-орієнтованого дослідження (DBR), яке дозволяє поєднувати теоретичний аналіз і практичне моделювання освітніх інновацій у реальних навчальних середовищах [1], частково впроваджувати скаффолдинг як одну з ключових стратегій викладання іноземної мови [2] та використовувати підхід CLIL зокрема [3]. Обраний підхід передбачав кілька циклів розробки, апробації та вдосконалення запропонованої педагогічної моделі. Це дало змогу враховувати зворотний зв'язок студентів і викладача, коригувати сценарії ігор, адаптувати методи оцінювання та робити модель більш чутливою до потреб конкретної аудиторії. Модель інтеграції серйозних ігор була впроваджена у курс ESP для здобувачів бакалаврського рівня спеціальності «Психологія».

Структура навчального процесу включала три ключові блоки: рольові симуляції, кейс-метод та гейміфіковані завдання, які були взаємопов'язаними і спрямованими на поступове формування як мовної, так і емоційної компетентності.

Рольові симуляції професійних ситуацій відтворювали найбільш поширені сценарії психологічної практики, що вимагали від студентів використання англійської мови у поєднанні з емоційною чутливістю. Серед кейсів були: робота з емоційно відстороненим підлітком, підтримка клієнта, який переживає почуття провини чи сорому, а також комунікація з особами, які мають досвід травматичних подій. У кожному завданні студенти отримували інструкції з ролями, ключовими фразами та емоційними акцентами, що давало змогу відпрацьовувати точність мовлення, інтонаційні моделі й невербальні засоби взаємодії.

Кейс-метод з елементами командного вирішення проблем зосереджувався на колективному аналізі емоційних станів. Студенти ідентифікували первинні та вторинні емоції, порівнювали їх у різних культурних контекстах і пропонували стратегії підтримки, спираючись на знання психологічних теорій і професійну термінологію [4], [5]. Такий підхід сприяв розвитку критичного

мислення, толерантності до культурних відмінностей та здатності адаптувати власну комунікативну поведінку.

Гейміфіковані завдання виконували функцію емоційного залучення та закріплення знань. «Емоційні лабіринти» моделювали ситуації прийняття рішень під часовим тиском, коли потрібно швидко обрати правильну стратегію підтримки клієнта. Це завдання дозволяло студентам відпрацьовувати навички швидкого аналізу емоційних станів клієнта та прийняття оптимальних рішень у стресових умовах. «Лінгвістичні дуелі» передбачали змагання між парами студентів у точності й доречності використання професійної термінології. Вони сприяли розвитку мовної точності, швидкості комунікації та впевненості у застосуванні спеціалізованої лексики. «Лідерські бейджі» використовувалися як система мотиваційних винагород за прояви емпатії, ефективної командної взаємодії та лідерських ініціатив під час групової роботи. Така система стимулювала активну участь, заохочувала ініціативність і формувала відчуття відповідальності за командний результат.

Методи збору даних включали багатоканальний підхід: систематичне спостереження викладача, взаємооцінювання у групах, аналіз письмових рефлексій у форматі «exit tickets», тематичних есе англійською мовою, а також результати анонімних онлайн-опитувань у Google Forms. Це дало змогу поєднати як кількісні, так і якісні показники для оцінки ефективності впровадженої моделі. Крім того, аналіз цих коротких рефлексій «Exit tickets» допоміг виявити тенденції у навчальних потребах групи та окремих студентів.

Концепція педагогічного дизайну була сформована на основі інтеграції різних методологічних засад. Використання підходу CLIL [3] дало змогу гармонійно поєднати навчальний зміст із практичними мовними завданнями. По-друге, модель спиралася на теорію емоційного інтелекту [6], що визначила фокус на емпатії, саморегуляції та соціальній взаємодії. По-третє, було враховано концепцію міжкультурної комунікативної компетентності [7], що дало можливість інтегрувати глобальний вимір у мовну підготовку. На підготовчому етапі студенти працювали з автентичним відеоконтентом (National Geographic, BBC) та глосаріями професійної термінології, підготовленими викладачем. Самі ігрові етапи реалізовувалися у малих групах, що стимулювало співпрацю, розвиток комунікативної гнучкості та відповідальності.

Результати пілотного впровадження виявилися переконливими (див Табл. 1). Було зафіксовано: зростання точності використання професійної англійської лексики у 78% студентів; підвищення здатності вербалізувати складні емоційні стани (зокрема амбівалентність, почуття провини, доброзичливу заздрість) у 72% учасників; формування більшої впевненості у проведенні емпатійних діалогів у 68% студентів; активніше використання міжкультурних комунікативних стратегій під час рольових симуляцій. Крім того, понад 80% студентів у відгуках зазначили, що ігрові формати допомогли їм знизити мовний бар'єр і відчути практичну цінність ESP-навчання.

Таким чином, серйозні ігри підтвердили свою ефективність як інструмент інтегрованого розвитку мовної, емоційної та лідерської компетентності. Отримані результати узгоджуються з міжнародними рекомендаціями щодо необхідності формування soft skills у вищій освіті [8; 9] і свідчать про потенціал моделі для ширшого використання в навчанні ESP.

Таблиця 1. Інтеграція серйозних ігор у ESP-курс для студентів психології

Блок навчальної моделі	Форми реалізації	Очікувані результати	Показники (пілотне впровадження)
Рольові симуляції	Професійні діалоги з клієнтами (емоційна відстороненість, почуття провини, травматичний досвід)	Розвиток навичок емпатійної комунікації, формування професійної ідентичності	68% студентів відзначили зростання впевненості у проведенні діалогів
Кейс-метод	Аналіз емоційних станів, виокремлення первинних/вторинних емоцій, міжкультурні стратегії	Критичне мислення, прийняття рішень у команді, культурна чутливість	72% студентів покращили здатність вербалізувати складні емоції

Гейміфіковані завдання	«Емоційні лабіринти», «Лінгвістичні дуелі», «Лідерські бейджі»	Лексична точність, мотивація, розвиток лідерських якостей	78% студентів продемонстрували зростання точності використання термінології

Висновки. Інтеграція серйозних ігор у курси ESP для студентів психології дозволяє створювати навчальне середовище, у якому мовна підготовка поєднується з розвитком емоційної грамотності та лідерських якостей. Модель може бути адаптована для інших спеціальностей, де емоційна взаємодія та міжкультурна чутливість є важливими складовими професійної діяльності. Подальші дослідження доцільно спрямувати на довготривале відстеження ефективності підходу та вивчення його застосування у міждисциплінарних програмах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] F. Wang and M. J. Hannafin, "Design-based research and technology-enhanced learning environments," *Educational Technology Research and Development*, vol. 53, no. 4, pp. 5–23, 2005, doi: 10.1007/BF02504682.
- [2] O. Posudiiievska, "Scaffolding and Other Strategies of CLIL Approach," in *Primedia eLaunch LLC eBooks*, 2024, pp. 335–360. doi: 10.36074/iktp.monograph-2024.12.
- [3] D. Marsh, "Content and Language Integrated Learning (CLIL): A development trajectory," *Cordoba Conference on CLIL, Spain*, 2012.
- [4] K. Havrylenko, "ESP listening in online learning to university students," *European Science*, vol. 2, pp. 83–117, 2023, doi: 10.30890/2709-2313.2023-18-02-025.
- [5] Ю. Корницька and К. Тулякова, "Формування навичок емоційної регуляції на заняттях з англійської мови професійного спрямування," *Human Studies Series of Pedagogy*, no. 52, pp. 69–75, Apr. 2025, doi: 10.24919/2413-2039.20/52.9.
- [6] D. Goleman, *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. New York, NY, USA: Bantam Books, 2005.
- [7] M. Byram and M. Wagner, "Making a difference: Language teaching for intercultural and international dialogue," *Foreign Language Annals*, vol. 51, no. 1, pp. 140–151, 2018, doi: 10.1111/flan.12319.
- [8] R. Gilar-Corbi, T. Pozo-Rico, B. Sánchez, and J.-L. Castejón, "Can emotional intelligence be improved? A randomized experimental study of a business-oriented EI training program for senior managers," *PLoS ONE*, vol. 14, no. 10, p. e0224254, Oct. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0224254.
- [9] *Skills for social progress: The Power of Social and Emotional Skills*. 2015. doi: 10.1787/9789264226159-en.

УДК 75.052:004.9(477)

РЕСТАВРАЦІЙНИЙ ПАСПОРТ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИВОПИСУ

МИКОЛАЙЧУК А.Р.¹ (tvorcha97akyla@gmail.com),
МИКОЛАЙЧУК В.Р.² (viramykolaichuk@knu.ua)

¹Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури,

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У статті розглянуто проблему модернізації реставраційного паспорта як ключового документа у сфері збереження живопису в умовах цифровізації. Акцент зроблено на перспективності використання цифрових технологій — 3D-моделювання, фотограмметрії, семантичних баз даних, автоматизованого розрахунку площ втрат живописного шару. На основі міжнародного досвіду та власних напрацювань авторок обґрунтовано необхідність інтеграції

цифрових реставраційних паспортів у національні інформаційні системи. Особлива увага приділяється актуальності цифрової фіксації під час війни, що створює передумови для відтворення знищених творів. Зроблено висновок, що цифровий реставраційний паспорт має стати не лише інструментом науково-практичного аналізу, але й чинником культурної та політичної безпеки України.

Збереження культурної спадщини вимагає не лише високопрофесійних реставраційних практик, але й належного документування кожного етапу втручання. Одним із провідних інструментів такої фіксації є реставраційний паспорт, який відображає стан твору, методику реставрації та результати виконаних робіт. Традиційно цей документ формувався у вигляді текстового опису та фотофіксації, однак у сучасних умовах цього вже недостатньо. Проблема полягає у необхідності осучаснення в Україні єдиних стандартів щодо структури та змісту реставраційного паспорта, а також у фрагментарності цифрових ініціатив. Як показують зарубіжні дослідження, цифрові технології, зокрема фотограмметрія, 3D-моделі та семантичні системи, здатні суттєво покращити якість та забезпечити стаке функціонування реставраційної документації [2; 3].

Особливої актуальності питання документування набуває у зв'язку з воєнними діями в Україні. За даними українських досліджень, ризики знищення або пошкодження об'єктів культурної спадщини вимагають негайного створення комплексних цифрових реєстрів, що можуть бути використані як для реставрації, так і для відтворення втрачених творів [1].

Ці дослідження має на меті довести важливість реставраційного паспорта для збереження живописних творів та окреслити можливі напрями його оновлення в умовах цифрової трансформації. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання: розкрити функції реставраційного паспорта; проаналізувати міжнародний досвід; запропонувати інноваційні підходи для українського контексту, зокрема введення обов'язкової фіксації площ втрат живописного шару, створення цифрових баз та інтеграцію з державними платформами.

У межах модернізації пропонується уніфікована структура реставраційного паспорта, узгоджена зі схемами Linked Conservation Data та онтологічним підходом CRMpr [3; 4]. Мінімальний обов'язковий набір полів включає: ідентифікатори об'єкта (назва, автор/школа, датування, інвентарні номери), походження та стан збереження на момент обстеження; опис матеріалів і технік; стандартизований перелік пошкоджень (контрольована термінологія); методики досліджень і втручань (з параметрами процесів); результати та оцінка ризиків; посилання на цифрові активи (оригінали зображень, 3D-моделі, звіти), а також журнал версій. Для забезпечення узгодженості даних кожне поле має супроводжуватися словником посилань і сталими ідентифікаторами (PID), що спрощує інтеграцію в національні та міжнародні бази [3; 4].

Реставраційний паспорт традиційно виконує кілька функцій, основними з них є: 1) документальна, оскільки забезпечує фіксацію стану твору до, під час і після реставрації; 2) аналітична, яка дозволяє досліднику відстежувати історію втручань та об'єктивно оцінювати стан збереження; 3) правова, так як виступає підтвердженням виконаних робіт, що має значення при охороні об'єктів культурної спадщини; 4) наукова, адже паспорт слугує джерелом даних для подальших досліджень.

Міжнародні дослідження наголошують на важливості переходу від описового підходу до цифрової репрезентації об'єкта. Abate (2019) довів ефективність фотограмметрії та алгоритмів виявлення змін для точного документування реставраційних втручань [2]. Carmeliti та Catalano (2025) підкреслюють роль онтологічних моделей, які дозволяють створювати взаємопов'язані цифрові системи, придатні для довготривалого збереження та повторного використання даних [3].

Перехід до цифрової репрезентації передбачає не лише збирання даних, а й відтворювані процедури їх отримання. Для фотограмметрії та change detection доцільно фіксувати зокрема протоколи освітлення/калібрування, параметри зйомки та реконструкції, а також метрики якості (наприклад, щільність хмари точок, середню похибку реєстрації). Таке протоколювання суттєво підвищує валідацію порівнянь «до/після» та відтворюваність результатів [2]. Онтологічне моделювання (CRMpr) дозволяє зв'язати ці технічні параметри з конкретними сутностями процесу реставрації, забезпечуючи довготривалу інтерпретованість даних [4].

Спираючись на попередні наукові напрацювання, було запропоновано підхід до об'єктивного вимірювання площ втрат живописного шару із застосуванням спеціалізованого ПЗ та методів сегментації зображень; апробацію виконано на корпусі іконописних зразків [6], а приклад фрагмента паспортної документації оприлюднено у межах ініціативи Linked Conservation Data [5]. У міжнародному контексті подібні рішення активно впроваджуються, однак в Україні ця практика ще не отримала належного поширення. Тому актуальною є пропозиція закріпити у структурі реставраційного паспорта обов'язковий розділ із даними про площі втрат, визначені автоматизованим шляхом. Це не лише забезпечить наукову точність, але й створить підґрунтя для прогнозування майбутніх ризиків руйнації.

Запропонований алгоритм вимірювання площ втрат живописного шару репрезентує комплексний підхід до стандартизації реставраційної документації, поєднуючи технічну точність і можливість автоматизованого впровадження у цифровий паспорт. Його структура охоплює етапи каліброваної фотозйомки, базової попередньої обробки зображень, сегментації зон втрат із використанням як класичних, так і машинно-навчальних методів, конвертації піксельних показників у метричні одиниці, а також оцінки достовірності результатів за метриками Dice/IoU, міжекспертної узгодженості та міжсерійної повторюваності. Інтеграція підсумкових даних у цифровий паспорт забезпечує їхню відтворюваність і придатність для подальшого аналізу, тоді як поєднання з фотограмметрією та методами change detection відкриває можливості для більш чутливого виявлення змін фактури й кольору живописного шару [2; 6].

Важливим напрямом модернізації є створення національної цифрової бази реставраційних паспортів, яка б включала як тексти та фотодокументацію, так і цифрові моделі творів. У міжнародній практиці подібні рішення, зокрема ініціатива Linked Conservation Data, що розробляє схеми цифрової реставраційної документації та публікує зразки паспортів на основі реальних кейсів [4; 5], вже довели свою ефективність у забезпеченні довготривалого зберігання даних і можливості їхнього використання різними науковими інституціями.

Проект національної бази доцільно будувати за модульним принципом: (а) реєстр об'єктів із сталими ідентифікаторами; (б) сховище цифрових активів (зображення/відео/3D) з політикою збереження та контрольними сумами; (в) семантичний шар на основі схем LCD та CRMip для зв'язування сутностей «об'єкт—процес—результат» [3; 4]; (г) API для інтеграції з відомчими платформами та, за потреби, із сервісами електронної ідентифікації. Публікація зразків паспортної документації та схем у відкритому доступі (LCD) підтверджує життєздатність такого підходу й суттєво скорочує витрати на розробку національних профілів метаданих [5].

В українському контексті така база може бути інтегрована з платформами Міністерства культури та стратегічних комунікацій України, а також, за потреби, із державними системами цифрової трансформації. Це дозволить: 1) уніфікувати стандарти реставраційної документації; 2) забезпечити відкритий доступ для науковців та реставраторів; 3) створити інструменти для аналітики (наприклад, статистику втрат по типах творів тощо); 4) підготувати підґрунтя для використання технологій штучного інтелекту у виявленні та прогнозуванні пошкоджень.

Особливої актуальності ця ініціатива набуває під час війни. В умовах надзвичайних ситуацій доцільно впровадити «мінімальний набір даних» (MDS) для оперативного паспортизаційного запису: геоприв'язка, базова фотодокументація з контрольним масштабом, первинний опис ушкоджень, оцінка ризиків і контакт відповідальної установи. Такий MDS може збиратися офлайн (мобільний додаток із подальшою синхронізацією) і надалі додаватися до повного паспорта. Українські дослідження підкреслюють, що саме системність та стандартизація екстрених записів стає основою майбутньої реставрації й відтворення [1].

Відтак, в умовах цифровізації реставраційний паспорт, що є базовим інструментом документування у сфері збереження живопису, має трансформуватися від традиційної форми опису до комплексного цифрового документа, що поєднує фото- і відеофіксацію, 3D-моделювання, автоматизовані розрахунки площ втрат та інтеграцію в національні бази даних.

До перспективних напрямів розвитку можна віднести: створення єдиної державної бази реставраційних паспортів; впровадження алгоритмів автоматичного аналізу пошкоджень на основі комп'ютерного зору; використання цифрових паспортів для формування стратегій реставрації та превентивної охорони живопису; розширення міжнародної співпраці через інтеграцію українських баз у глобальні інформаційні системи культурної спадщини.

Отже, систематизація та цифровізація реставраційної документації в Україні стане не лише технічним удосконаленням, але й важливим кроком до збереження культурної ідентичності та інтеграції у світовий науковий простір.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] О. Марковець, Н. Вовк, і Я. Бек, «Стратегія реставрації та збереження документів в архівах у воєнний час», Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук, вип. 14, с. 162–176, 2024.
- [2] D. Abate, “Documentation of paintings restoration through photogrammetry and change detection algorithms,” *Heritage Science*, vol. 7, no. 13, 2019. doi: 10.1186/s40494-019-0257-y.
- [3] “Conservation Treatment Database schema and example | Linked Conservation Data.” [Online]. Available: <https://www.ligatus.org.uk/lcd/modelling/schema/233>
- [4] M. Carmeliti and C. E. Catalano, “CRMrp: An ontology to support the digital documentation of the conservation and restoration practice,” *Journal of Cultural Heritage*, vol. 73, pp. 443–453, 2025. doi: 10.1016/j.culher.2025.04.021.
- [5] A. Mykolaichuk, “‘Assumption of the Blessed Virgin Mary’ conservation report: a fragment,” *Linked Conservation Data, Dataset*, 2021. [Online]. Available: <https://www.ligatus.org.uk/lcd/modelling/schema/229>
- [6] R. Mykolaichuk, V. Lavrynovych, A. Mykolaichuk, T. Tymchenko, and I. Somyk-Ponomarenko, “Image Segmentation in Loss Detection for Conservation and Restoration of Old Paintings,” *2020 IEEE 2nd International Conference (ATIT)*, pp. 390–394, Nov. 2020, doi: 10.1109/atit50783.2020.9349254. Available: <https://doi.org/10.1109/atit50783.2020.9349254>

УДК 37.01/09:378:656.7

ІГРОВІ ПІДХОДИ У ФОРМУВАННІ СТРАТЕГІЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ АВІАЦІЙНИХ МЕНЕДЖЕРІВ В УМОВАХ ДІЇ ВОЄННОГО СТАНУ

МІРОШНИЧЕНКО І.С. (inga-m@meta.ua)

Українська державна льотна академія

У тезах розглянуто ігрові підходи як ефективний інструмент формування стратегічного мислення у майбутніх менеджерів авіаційної галузі. Наголошено на актуальності впровадження гейміфікації, серйозних ігор та симуляцій у професійну підготовку майбутніх фахівців, з огляду на високий рівень динаміки, ризиків і конкуренції авіаційного сектору. В роботі підкреслено, що ігрові методики дозволяють створювати реалістичні навчальні сценарії, які розвивають навички стратегічного планування, аналізу, управління ресурсами та ухвалення рішень у кризових ситуаціях, зокрема в умовах дії воєнного стану. Такі підходи сприяють підвищенню мотивації здобувачів освіти, покращують якість засвоєння знань та забезпечують підготовку висококваліфікованих, проактивних фахівців, здатних ефективно діяти на сучасному авіаційному ринку.

В умовах глобалізації авіаційної галузі, підвищеної конкуренції та постійних змін у нормативно-правовому середовищі, стратегічне мислення стає однією з ключових компетентностей менеджера авіаційної діяльності [1, с. 513-515]. Традиційні форми навчання не завжди забезпечують належний рівень для формування аналітичного мислення, прогнозування та здатності до прийняття рішень у складних умовах невизначеності. У зв'язку з цим актуальним є впровадження **ігрових підходів** у професійну підготовку фахівців авіаційного менеджменту.

Особливої актуальності впровадження ігрових підходів набуває в умовах дії воєнного стану, коли авіаційна інфраструктура, логістичні ланцюги, управління повітряним простором і мобілізаційні ресурси зазнають надзвичайного навантаження. У таких реаліях стратегічне мислення майбутніх менеджерів авіаційної діяльності має виходити за межі стандартних бізнес-орієнтованих сценаріїв та включати кризове планування, ризик-менеджмент, роботу в умовах

невизначеності, обмежених ресурсів і високого рівня відповідальності. Ігрові симуляції дозволяють змодельовати подібні критичні ситуації, наприклад, тимчасове закриття повітряного простору, евакуаційні операції, переорієнтацію маршрутів, аварійні плани забезпечення польотів тощо, без ризику для життя та інфраструктури. Це сприяє розвитку не лише професійних навичок, а й психологічної стійкості та здатності ефективно реагувати в умовах надзвичайних обставин [2, с. 228-229].

Отже, гейміфікація, серйозні ігри та бізнес-симуляції дозволяють моделювати складні управлінські ситуації, які максимально наближені до реальних авіаційної діяльності. Вони сприяють розвитку навичок стратегічного планування, аналізу ринку, управління ресурсами, розв'язання конфліктів та прийняття ефективних рішень у стресових ситуаціях. Застосування таких методик стимулює не лише когнітивну активність, а й емоційну залученість здобувачів освіти, що підвищує мотивацію до навчання та якість засвоєння матеріалу.

Серед ефективних інструментів - рольові ігри з моделюванням авіаційних сценаріїв (наприклад, управління авіакомпанією або аеропортом), комп'ютерні симулятори, платформи стратегічного моделювання та гейміфіковані тренінги з ухвалення рішень у кризових ситуаціях (затримки рейсів, перебої в логістиці, технічні несправності тощо).

Впровадження ігрових підходів у навчальний процес вимагає модернізації освітніх програм, підготовки викладачів до роботи з новими інструментами та тісної співпраці з представниками авіаційної індустрії, але результати, а саме формування проактивного, стратегічно мислячого менеджера, повністю виправдовують витрачені ресурси. Застосування ігрових підходів у підготовці авіаційних менеджерів розкрито в табл. 1, яка ілюструє освітні цілі, приклади їх практичного використання у підготовці менеджерів авіаційної діяльності, а також очікувані результати, зокрема в умовах воєнного часу, коли стратегічне мислення та здатність діяти в кризових ситуаціях набувають особливого значення.

Таблиця 1. Застосування ігрових підходів у підготовці авіаційних менеджерів в умовах дії воєнного стану [1; 2; 3]

Ігровий підхід	Освітні цілі	Приклади використання	Результати (особливо в умовах війни)
Серйозні ігри	Формування стратегічного мислення, ухвалення рішень, командна взаємодія	Моделювання управління аеропортом під час евакуації, логістичні ігри	Підготовка до дій в умовах кризи, стресостійкість, адаптивність
Гейміфікація навчального процесу	Підвищення мотивації, залученість здобувачів освіти, розвиток лідерських якостей	Впровадження балів, рівнів, змагань у курсах «Авіаційний менеджмент»	Активізація навчання, покращення засвоєння матеріалу, лідерська проактивність
Бізнес-симуляції	Розвиток аналітичного мислення, стратегічного планування, ресурсного менеджменту	Управління авіакомпанією в умовах обмежень повітряного простору	Реалістичне планування, навчання в умовах ризику та нестабільності
Рольові ігри та сценарії	Практичне відпрацювання поведінки в складних ситуаціях, комунікативні навички	Рольові ситуації: диспетчер - керівник - кризовий менеджер	Уміння діяти в команді, швидке реагування, критичне мислення

Отже, табл. 1 показує, як ігрові підходи дають змогу занурити здобувачів освіти в змодельовані ситуації, які максимально наближені до реальних умов авіаційного бізнесу. У процесі проходження таких тренінгів або ігор майбутні фахівці не лише засвоюють теоретичний матеріал, але й розвивають критичне мислення, навички командної роботи, стратегічного планування та ухвалення рішень у складних управлінських сценаріях. Ігрові технології створюють

інтерактивне, мотивувальне та безпечне навчальне середовище, де допускаються помилки, аналізуються варіанти дій і формуються висновки, які є ключовими елементами процесу навчання. Тому ігрові методики є ефективним засобом формування стратегічного мислення майбутніх менеджерів авіаційної галузі, котрі мають діяти в складному, динамічному середовищі глобального авіаційного ринку.

Таким чином, можна дійти висновку, що формування стратегічного мислення у майбутніх менеджерів авіаційної діяльності є одним із ключових завдань сучасної вищої освіти, особливо в умовах нестабільного середовища, спричиненого воєнними діями. Ігрові методики, такі як гейміфікація, серйозні ігри та симуляційне моделювання, довели свою ефективність як сучасні інструменти розвитку аналітичного, критичного та проактивного мислення у здобувачів освіти. Завдяки ігровим підходам можливе моделювання як стандартних управлінських ситуацій, так і кризових сценаріїв, що імітують реальні виклики під час війни, такі як дестабілізація авіаційної логістики, перебої в інфраструктурі, обмеження польотів, роботу в умовах постійного ризику й загроз.

У таких умовах майбутній авіаційний менеджер має бути здатним не лише ефективно керувати ресурсами та приймати стратегічні рішення, а й діяти в умовах високої психологічної напруги, невизначеності й оперативної зміни обставин. Саме тому впровадження ігрових підходів в освітній процес не є лише модною тенденцією, а необхідною складовою формування нової генерації фахівців, готових до реальних викликів сучасності.

Отже, інтеграція ігрових технологій у програми підготовки менеджерів авіаційної галузі не лише доцільна, а й стратегічно важлива. Вона забезпечує підвищення якості професійної освіти, розвиток стійких управлінських компетентностей та формування готовності до дій у надзвичайних ситуаціях, зокрема під час воєнних конфліктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І.С. Мірошніченко. «Основні геополітичні ризики авіаційного бізнесу в умовах глобалізації». Представлена в Матеріалах XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем», 26 лютого 2025 р. Кропивницький: УДЛА, 2025. С. 513-515. Дата звернення: 19 серпня 2025. [Онлайн]. Доступно: https://www.sfa.org.ua/images/docs/Zbirnyk_Konferentsiia_26022025r.pdf
2. І.С. Мірошніченко. «Перспективи використання інформаційних технологій у безперервному навчанні впродовж життя». Представлена в Матеріалах VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Нові інформаційні технології управління бізнесом». Київ: Спілка автоматизаторів бізнесу, 2025. С. 228-229. Дата звернення: 19 серпня 2025. [Онлайн]. Доступно: https://unionba.com.ua/storage/content/osvita/zbirnyk_tez_npk_2025.pdf
3. Н.І. Горбаль, Я.П. Радченко. «Стан та перспективи розвитку авіатранспортної галузі України в умовах євроінтеграції, постпандемії та війни». *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. 2023. № 1 (9). С. 249–260. Дата звернення: 19 серпня 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2023/sep/31282/menedzhment-253-264.pdf>

УДК 004.4

ІНТЕРАКТИВНА ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕЙМІФІКАЦІЇ

МОЧУЛЯК Я. С., ТРОЙНІНА А. С.

(stalkerconcord@gmail.com, anastasiyatrounina@gmail.com)

Національний університет «Одеська політехніка»

У роботі запропоновано підхід до підвищення ефективності навчання астрономії шляхом використання інтерактивної програмної системи з елементами гейміфікації. Система дозволяє

учням у наочній формі моделювати рух небесних тіл, планувати прості космічні місії та швидше засвоювати навчальний матеріал завдяки інтерактивним симуляціям.

Вступ.

Сучасний освітній процес дедалі активніше інтегрує інформаційні технології, що підвищують мотивацію та результативність засвоєння складного матеріалу. Астрономія як дисципліна потребує високого рівня наочності, оскільки більшість явищ неможливо продемонструвати у класі [1].

Попри зростання ролі цифрових технологій в освіті, у викладанні астрономії досі існують суттєві труднощі, які гальмують ефективне засвоєння матеріалу. Інтерактивні програми з астрономії у шкільній практиці залишаються поодинокими; учням складно зрозуміти закони руху небесних тіл лише за підручником. Відсутність гейміфікації та візуалізації знижує інтерес і ускладнює формування цілісних уявлень про астродинаміку [2].

Щоб подолати зазначені труднощі та підвищити інтерес учнів до предмета, запропоновано власне рішення - створення інтерактивної навчальної системи. Запропонована програмна система поєднує візуальне моделювання орбіт, покрокове планування місій та ігрові елементи (бали, досягнення, підказки), що підтримують дослідницьку поведінку. Учень отримує можливість експериментувати з параметрами запуску й одразу спостерігати наслідки на симуляції.

Для досягнення навчальних цілей система реалізовує низку ключових можливостей, що охоплюють увесь цикл планування космічної місії:

- вибір планети як пункту призначення;
- побудова простої траєкторії польоту (перехід Гомана для близьких орбіт) [3];
- розрахунок базових параметрів (час у дорозі, відстань, оцінка витрат пального);
- візуалізація руху апарата у 2D;
- збереження/завантаження місій для подальшого аналізу.



Рисунок 1 – Use Case діаграма системи

Функціонал системи представлена на діаграмі Use Case на рисунку 1 представлено. На діаграмі показано основні учасники та можливості програмної системи для навчання астрономії. Учень може обирати планету, будувати траєкторію польоту, розраховувати параметри місії, переглядати візуалізацію польоту та зберігати створені місії. Вчитель може переглядати та демонструвати візуалізацію польоту, створювати та зберігати демонстраційні місії, а також перевіряти результати учнів, аналізуючи збережені ними місії та давати завдання.

Для створення програмної системи використано мову програмування Python, яка забезпечує простоту та зручність розробки. Для створення графічного інтерфейсу застосовується бібліотека Flet, що дозволяє робити сучасний та зручний для користувача інтерфейс. Математичні розрахунки, пов'язані з траєкторіями та параметрами польоту, виконуються за допомогою бібліотеки NumPy. Для побудови графіків і візуалізації руху космічного апарата використовується бібліотека matplotlib.

Збереження даних про створені місії реалізовано за допомогою вбудованої бази даних SQLite, що дозволяє користувачам повертатися до своїх проєктів і переглядати результати.

Нижче представлена форма меню вибору планети. На головному екрані представлено п'ять планет — Меркурій, Венера, Земля, Марс та Юпітер, які користувач може обрати як пункт призначення. У верхній частині інтерфейсу розміщено панель навігації з вкладками «Обрання планети», «Планування місії» та «Візуалізація», що забезпечує послідовний перехід між основними модулями програми. Такий дизайн створює інтуїтивно зрозуміле середовище, яке спрощує роботу з програмою та підвищує мотивацію учнів. Представлення інтерфейсу зображено на рисунку 2.



Рисунок 2 – Меню вибору планети

Висновок

Розроблена програмна система є ефективним інструментом для наочного вивчення астрономії: підвищує залученість учнів, розвиває просторове та алгоритмічне мислення та надає викладачам зручний засіб демонстрації космічних процесів. У подальшому планується розширити функціонал системи, додавши тривимірну візуалізацію польотів, модуль для створення власних навчальних сценаріїв та систему автоматичної перевірки результатів учнів. Також передбачено інтеграцію онлайн-режиму, що дозволить учням працювати у спільних проєктах та обмінюватися збереженими місіями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. І. Коваленко, Астрономія: навчальний посібник. Київ: Ліра, 2020. [Електронний ресурс] URL: <http://elibrary.npu.edu.ua/>
2. R. Gredel, Introduction to Astrodynamics. Springer, 2019. [Електронний ресурс] URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-17568-2>
3. Materials of the IV Ukrainian Scientific and Technical Conference “Computer Games and Multimedia as an Innovative Approach to Communication – 2024”. Odesa: ONTU, 2024. [Електронний ресурс] URL: https://www.ontu.edu.ua/student_conference_computer_games
4. NASA, Solar System Exploration. [Електронний ресурс] URL: <https://solarsystem.nasa.gov>

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ГЕОГРАФІЇ: СТВОРЕННЯ ГРИ «КАРТА УКРАЇНИ»

МУЗИЧКА Н.С. (muznata2015@gmail.com)

ДАШКО О.С. (lsunsport77@gmail.com)

Комунальний заклад «Ліцей №24» Кам'янської міської ради

У статті розглянуто можливості використання гейміфікації у вивченні географії шляхом створення авторської гри «Карта України» у середовищі Scratch. Показано переваги інтеграції географії та інформатики для розвитку пізнавальної активності, просторового мислення та цифрових компетентностей учнів. Відзначено ефективність ігрових методів для підвищення мотивації, інтересу та результативності навчання.

Кожен предмет, який діти вивчають у школі тісно пов'язаний з іншими науками. Знання, отримані на одних уроках стануть у нагоді на інших і, звісно ж, у повсякденному житті. Недаремно наші пращури говорили: «Наука в ліс не веде, а з лісу виводить».

А ще краще наука засвоюється під час гри. Крім того, сучасні учні живуть у світі цифрових технологій, в умовах постійного доступу до інформації, до мобільних пристроїв та інтерактивних сервісів. Тому традиційні методи навчання вже не завжди здатні утримати увагу та мотивувати учнів.

Гейміфікація сьогодні розглядається як один із найефективніших сучасних методів навчання, адже вона відповідає потребам «цифрового покоління» учнів, дозволяє зробити урок більш емоційно насиченим. Це не просто використання гри на уроці, а **системне впровадження ігрових механік у навчальний процес** з метою підвищення інтересу, мотивації та активності школярів. У грі вони стають частиною процесу навчання.

У географії ігрові підходи набувають особливої ваги, оскільки сам предмет тісно пов'язаний із просторовим мисленням, візуалізацією об'єктів, пошуком та аналізом інформації. Використання ігор дозволяє не лише зробити уроки географії динамічнішими, а й поглибити розуміння складних тем. Так, інтерактивні карти, вікторини чи симуляції допомагають учням краще запам'ятати розташування країн, річок, гір та інших географічних об'єктів. У грі школяр має не лише дати правильну відповідь, а й зробити вибір, прийняти рішення, що стимулює аналітичні навички. Коли знання подаються у формі квестів, змагань чи інтерактивних завдань, учні охочіше залучаються до процесу.

Інтеграція географії та інформатики відкриває широкі можливості для формування в учнів не лише предметних компетентностей, а й міждисциплінарних навичок.

Таким чином, гейміфікація у форматі авторської навчальної гри «Карта України», створеної у програмі Scratch (рисунок 1) є прикладом ефективною інтеграції географії та інформатики: знання з географії наповнюють змістом, а інформатика надає інструменти для творчої реалізації.



Рисунок 1 – Виконання програми у середовищі програмування Scratch

Scratch – це візуальне середовище програмування, яке дозволяє створювати інтерактивні проекти без складного коду. Його перевагами є простий інтерфейс, зрозумілий навіть для

початківців; можливість інтегрувати графіку, звук та анімацію; розвиток алгоритмічного мислення.

Метою створеної гри є вивчення адміністративно-територіального устрою України. У процесі гри учень бачить на екрані карту України з різнокольоровими областями без підписів. Коли виконавець, переміщуючись за допомогою стрілок керування курсором, потрапляє в межі певної області, її назва з'являється на екрані. Крім того, виконавець говорить назву адміністративного центру завдяки записаним реплікам, які були завантажені та використані автором у проєкті (рисунк 2).



Рисунок 2 – Команди в Scratch

Гейміфікація з використанням Scratch дає змогу перетворити вивчення географії з пасивного запам'ятовування на захопливий процес відкриття.

Інтерактивна «Карта України» не лише допомагає закріпити знання, але й розвиває логічне мислення, увагу та творчість. Замість механічного зазубрювання переліку областей України та їхніх адміністративних центрів, учень може «мандрувати» країною, виконуючи завдання та отримуючи миттєвий зворотний зв'язок.

Після впровадження гри на уроках географії спостерігалось підвищення інтересу до предмета у 85% учнів; швидше запам'ятовування розташування областей; активніший зворотний зв'язок між учнями та вчителем; розвиток навичок роботи з цифровими інструментами.

Таким чином, інтеграція цифрових технологій та гейміфікованих підходів у навчання – це не просто сучасний тренд, а необхідність, що робить освіту ефективнішою та цікавішою для учнів.

Використання цифрових інструментів і програмування у вивченні географії дозволяє:

- **розвивати просторове мислення** через роботу з інтерактивними картами, де учні можуть створювати власні географічні об'єкти, позначати області чи розробляти завдання для однокласників;
- **формувати ІТ-компетентності** (учні вчаться працювати з середовищами програмування (наприклад, Scratch), створюючи навчальні ігри на основі картографічного матеріалу;
- **забезпечувати міжпредметні зв'язки** (на уроках інформатики учні опановують логіку алгоритмів і структуру коду, а на географії застосовують ці знання для побудови навчальних проєктів;
- **стимулювати дослідницьку діяльність** (наприклад, створюючи гру «Карта України», школярі не лише відтворюють карту, а й шукають інформацію про регіони, краще запам'ятовують матеріал;

- **розвивати креативність і командну роботу** (створення гри передбачає як розподіл ролей (дизайнер, програміст, дослідник), так і спільне прийняття рішень).

Гейміфікація – це не розвага заради розваги, а потужний інструмент навчання, який відповідає потребам сучасного учня.

Інтерактивна гра «Карта України» у Scratch – чудовий приклад того, як можна зробити урок географії цікавим, динамічним і продуктивним. Такі підходи формують не лише знання, але й навички, які знадобляться в майбутньому — від критичного мислення до цифрової компетентності. Під час створення чи використання гри школярі вчаться працювати з Scratch, алгоритмами, логікою. Це готує їх до впевненого використання цифрових технологій у майбутньому.

Особливо актуальним є використання цієї гри на дистанційних уроках, коли кожен учень може «включитися» у процес навчання, бо вона вимагає активної участі, на відміну від пасивного слухання, коли учні, відчують інтерес і внутрішнє бажання досягти результату. Помилки сприймаються легше, адже гра створює безпечне середовище для навчання, де помилка не є поразкою, а лише кроком до нового відкриття. Завдяки цьому розвивається емоційний інтелект, формується позитивне ставлення до навчальної діяльності, знижується рівень тривожності, а мотивація до подальшого пізнання лише зростає. Інтерактивна робота з картою забезпечує наочність та довготривале засвоєння матеріалу. Поєднуються знання з географії, інформатики, що сприяє розвитку системного мислення та вмінню бачити взаємозв'язки між різними науками.

Крім того, інтерактивна гра «Карта України» дозволяє вчителю реалізувати **індивідуальний підхід**: учні можуть рухатися у власному темпі, повторювати завдання для кращого засвоєння матеріалу. Такий формат перетворює урок на справжню навчальну пригоду, де географія стає цікавою, доступною й близькою до сучасних дітей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Н. Фідря, «Нова українська школа: гейміфікація на уроках географії», SUPER-UROK-UA: освітній портал, Україна, 2018
2. «Гейміфікація уроків географії: Ігрові технології для залучення учнів до вивчення глобальних проблем», Всеосвіта, 28 бер. 2025
3. С. О. Семеріков, О. В. Теплицький, and I. О. Теплицька, «Ігрові технології у навчанні інформатики та математики», *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 67, №5, с. 1–20, 2018

УДК 355.23:004

ЦИФРОВІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ У ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ: ВПРОВАДЖЕННЯ OBSIDIAN ЯК ЗАСОБУ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗНАНЬ

НЕТРЕБЕНКО А.О. (arsenii.netrebenko@gmail.com)

Київський інститут Національної гвардії України

Робота присвячена проблемі модернізації військової освіти в Україні шляхом цифровізації. Аналізуються недоліки традиційних лінійних методів конспектування та пропонується впровадження програмного забезпечення Obsidian як інструменту для створення нелінійних, взаємопов'язаних баз знань. Розглядаються переваги системи, етапи її інтеграції в освітній процес та очікувані результати на індивідуальному, груповому та інституційному рівнях.

У сучасних умовах розвитку сектору безпеки і оборони України військова освіта переживає період глибокої трансформації. Зростання складності бойових дій, поява нових технологій, а також необхідність приймати рішення в умовах обмеженого часу та високої невизначеності вимагають від майбутніх офіцерів якісно нових компетентностей. Якщо раніше основна увага приділялася засвоєнню знань з окремих дисциплін, то сьогодні ключовим завданням стає

формування здатності інтегрувати знання у міждисциплінарні системи, аналізувати великі масиви інформації, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та виробляти обґрунтовані рішення.

В умовах війни та загальної цифровізації державного управління особливо актуальним є питання модернізації освітнього процесу у закладах вищої військової освіти. Традиційні форми ведення навчальних матеріалів, зокрема письмове конспектування, дедалі більше поступаються місцем цифровим інструментам. Це зумовлено низкою об'єктивних чинників.

По-перше, конспекти у зошитах або друкованих документах є лінійними за своєю природою. Це означає, що кожна нова тема додається послідовно, без можливості швидкої інтеграції до вже існуючої системи знань. Якщо курсант вивчає, наприклад, тактику взводу, а згодом — тактику роти, він змушений самотійно співвідносити попередні записи з новими, витрачаючи на це додатковий час.

По-друге, традиційні записи ускладнюють пошук потрібної інформації. У великих зошитах знайти необхідний факт або схему можливо лише шляхом тривалого перегортання сторінок. Це знижує ефективність підготовки та унеможлиблює швидке використання знань у практичних умовах.

По-третє, систематизація даних залежить від індивідуальної дисципліни курсанта. Одні створюють акуратні, впорядковані конспекти, інші ведуть записи хаотично, що в підсумку зменшує цінність накопичених знань. Таким чином, значна частина навчального часу витрачається не на осмислення матеріалу, а на технічні операції, пов'язані з організацією записів.

Вирішення цих проблем можливе завдяки впровадженню сучасних цифрових інструментів управління знаннями. Одним із перспективних рішень є Obsidian — програмне забезпечення, що дозволяє створювати взаємопов'язані нотатки та формувати з них цілісну мережу знань.

Головна відмінність Obsidian від традиційних електронних конспектів полягає у нелінійності структури даних. Кожна нотатка у цій системі може бути пов'язана з іншими за допомогою двосторонніх посилань. Це формує своєрідну інтелектуальну карту, де окремі елементи інформації поєднані між собою. Такий підхід відповідає реальному процесу мислення офіцера, який у складній ситуації має одночасно враховувати багато чинників і встановлювати між ними взаємозв'язки.

Переваги Obsidian у військовій освіті можна розглядати у кількох площинах. По-перше, це гнучкість у використанні. Кожен курсант може створювати власну структуру знань, обирати спосіб організації нотаток, формувати індивідуальні схеми зв'язків. По-друге, Obsidian підтримує роботу офлайн, що має принципове значення для військових умов, де доступ до інтернету може бути обмеженим. По-третє, використання формату markdown робить систему відкритою та сумісною з іншими програмами, що дозволяє легко інтегрувати навчальні матеріали з різних джерел. По-четверте, система дозволяє створювати візуалізації у вигляді графа знань, що дає змогу курсантові бачити повну картину навчального матеріалу.

Процес впровадження Obsidian у військову освіту варто розглядати поетапно.

Перший етап — пілотне використання. Він передбачає апробацію системи на прикладі кількох дисциплін або груп. Наприклад, у курсі військової історії викладач може створити базову структуру тем у вигляді вузлів, а курсанти поступово наповнюватимуть їх власними записами. Це дозволить перевірити ефективність інструмента, виявити труднощі у його використанні та зібрати зворотний зв'язок від користувачів.

Другий етап — адаптація. У цей період відбувається поступовий перехід курсантів від традиційних конспектів до інтерактивних карт знань. Їх навчають користуватися тегами, створювати посилання, інтегрувати матеріали з різних дисциплін. Викладачі виконують роль наставників, допомагаючи оптимізувати структуру нотаток. На цьому етапі доцільно створювати методичні рекомендації, проводити тренінги та семінари.

Третій етап — стандартизація. На цьому рівні Obsidian інтегрується у систему управління навчальним процесом закладу. На кафедрах створюються єдині цифрові бази знань, які включають навчальні матеріали, методичні розробки, практичні завдання. Курсанти отримують доступ до цієї бази, але водночас можуть доповнювати її власними нотатками. У такий спосіб формується єдиний освітній простір, що поєднує індивідуальну та колективну роботу.

Четвертий етап — розширення та інтеграція. Після успішної апробації на рівні окремих кафедр система може бути масштабована на рівень факультету чи всього навчального закладу. Тут

доцільно створювати міждисциплінарні карти знань, які об'єднують матеріали з тактики, стратегії, управління та інших предметів. Це дозволить курсантам бачити взаємозв'язки між різними сферами військової науки та формувати цілісне уявлення про професійну діяльність офіцера.

Очікувані результати впровадження Obsidian охоплюють кілька рівнів.

На індивідуальному рівні курсанти отримують інструмент, який підвищує ефективність самостійної підготовки. Вони можуть швидко знаходити потрібну інформацію, формувати міждисциплінарні зв'язки, створювати власні бази знань, що розвиваються разом із навчанням.

На рівні навчальних груп створюються можливості для колективної роботи. Курсанти можуть обмінюватися нотатками, формувати спільні бази даних, працювати над груповими проєктами. Це сприяє розвитку навичок командної діяльності, що є критично важливими для військових підрозділів.

На рівні викладачів відбувається оптимізація навчального процесу. Викладачі отримують можливість створювати цифрові бази матеріалів, швидко оновлювати навчальний контент, адаптувати його до потреб конкретних груп. Вони можуть ефективно контролювати якість засвоєння знань курсантами, аналізуючи структуру їхніх інтелектуальних карт.

На інституційному рівні впровадження Obsidian дозволяє створити єдиний цифровий освітній простір. Це підвищує якість освіти, робить навчальний заклад конкурентоспроможним у сучасному освітньому середовищі, сприяє інтеграції у міжнародні освітні проєкти.

У перспективі використання Obsidian може стати основою для створення централізованих баз знань у секторі безпеки і оборони. Такі бази можуть акумулювати досвід, напрацьований у різних закладах, та використовуватися як для навчання курсантів, так і для підвищення кваліфікації офіцерів. Це створить умови для ефективного обміну знаннями та формування спільного інформаційного простору Збройних Сил та інших військових формувань.

Таким чином, впровадження Obsidian у військову освіту є не лише технічним нововведенням, а й стратегічним кроком у розвитку системи підготовки офіцерських кадрів. Воно дозволяє відійти від застарілих методів конспектування та перейти до сучасної моделі організації знань, яка відповідає вимогам ХХІ століття. Це забезпечує підготовку офіцерів, здатних працювати з великими обсягами інформації, бачити взаємозв'язки та приймати обґрунтовані рішення у складних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] І. В. Петренко та О. С. Коваленко, "Напрями цифровізації освітнього процесу у вищих військових навчальних закладах України," *Збірник наукових праць Національного університету оборони України*, т. 65, № 2, с. 112–119, 2023.
- [2] S. Ahrens, *How to Take Smart Notes: One Simple Technique to Boost Writing, Learning and Thinking*. Scribe Publications, 2017.
- [3] Obsidian, "Obsidian - A second brain, for you, forever." [Online]. Available: <https://obsidian.md>. [Accessed: 15 вер. 2025 р.].
- [4] J. Smith and A. Johnson, "The Role of Personal Knowledge Management Systems in Lifelong Learning," in *Proc. IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Austin, TX, USA, Jul. 2022, pp. 245–249.
- [5] "Markdown Guide." [Online]. Available: <https://www.markdownguide.org>.
- [6] Кабінет Міністрів України, Розпорядження "Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації" від 3 березня 2021 р. № 167-р. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p>.
- [7] В. М. Глушков, *Основы безбумажной информатики*. Москва: Наука, 1982.
- [8] D. L. Shank, "Non-Linear Digital Note-Taking: A New Era in Student Learning," *Journal of Educational Technology Systems*, vol. 48, no. 1, pp. 88–105, 2019.

ВПЛИВ СЮЖЕТУ НА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ У ПРОЄКТУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕРАКТИВНОЇ СЮЖЕТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ 3D-ГРИ

НОВОХАЦЬКИЙ О. Ю., КАРПЕНКО Н. В.,
(novokhatskyi_o@365.dnu.edu.ua, karpenko_n@365.dnu.edu.ua),
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Сюжет є ключовим чинником, що визначає рівень інтерактивності у 3D-іграх. Його правильне використання у геймплеї дозволяє зберегти баланс між структурованим нарративом та свободою вибору гравця. Це у свою чергу підвищує якість ігрового досвіду, робить гру більш захопливою та сприяє її конкурентоспроможності на ринку.

Індустрія відеоігор перебуває на піку своєї популярності та не поспішає зупинятися, заохочуючи до себе все більшу й більшу аудиторію. Звісно, на перших місцях серед онлайн завжди були і будуть динамічні шутери, куди можна зайти та швидко «випустити пар» й поспілкуватися із друзями, а що далі? Після шутерів за піком активності йдуть сюжетно-орієнтовані 3D-ігри [1], які приваблюють гравців своєю взаємодією зі світом. У цих іграх гравець отримує завдання, які прив'язані до подій сюжету, а сюжет підштовхує до інтерактивності. Дискусія щодо впливу сюжету на інтерактивність також виявляє суперечності щодо активності гравця та узгодженості наративу. Критики стверджують, що надмірна свобода у виборі гравця може послабити ефективність наративу, призводячи до фрагментарного досвіду, який відволікає від емоційної залученості. І навпаки, прихильники стверджують, що здатність впливати на результати має першорядне значення для підвищення задоволення гравців та зв'язку з оповіддю. Ці постійні дебати підкреслюють важливість продуманого дизайну наративу для розробки інтерактивного досвіду, який резонує з гравцями, гарантуючи, що сюжет і ігровий процес доповнюють один одного змістовним чином.

Аналіз сучасних 3D-ігор показує, що сюжет виконує подвійну функцію: з одного боку, він формує мотивацію гравця та задає напрям руху у віртуальному просторі, а з іншого – може обмежувати свободу дій.

Лінійний наратив – це традиційна форма наративу, в якій гравець рухається за заздалегідь встановленим сценарієм від початку до кінця, без варіацій та можливості користувача змінити спосіб, яким починається або закінчується історія. Незважаючи на те, що користувач має певний ступінь контролю під час гри на рівні, єдиним результатом є успішне проходження цього рівня, або невдача. Це може призвести до опосередкованого досвіду, коли гравці є лише спостерігачами, а не активними учасниками.

Розгалуження наративу пропонує більш інтерактивний досвід, дозволяючи гравцям приймати рішення, що змінюють хід історії. Така структура є важливою для створення відчуття свободи дій, оскільки гравці бачать кілька можливих наслідків своїх рішень на основі свого вибору. Хоча розгалужена оповідь дозволяє накопичити досвід, який користувач отримує від системи оповідання, мінливість заздалегідь визначена в системі ще на етапі проєктування і, таким чином, обмежена уявленнями проєктувальника системи щодо потреб користувача [2].

Взаємозалежність між сюжетом і інтерактивністю проявляється у ключових ігрових механіках:

- Діалоги з різними варіантами відповіді впливають на гравця та на розвиток подій. Інтерактивність дозволяє гравцям активно брати участь у формуванні наративу, створюючи відчуття свободи дій, яке відрізняє відеоігри від інших наративних медіа.

- Сюжетні квести та побічні завдання дозволяють варіювати рівень занурення у світ гри. Включення циклів зворотного зв'язку в ігровий процес може значно покращити занурення гравця. Гравці, які отримують негайні реакції на свій вибір, такий як зміни в динаміці персонажа або зміни в ігровому світі, мають вищий рівень залученості. Цей негайний зворотний зв'язок підкреслює важливість дій гравця та посилює емоційний настрій, роблячи враження більш захопливими та корисними.

- Система морального вибору, коли гравець опиняється у ситуації, де йому потрібно приймати рішення з етичними або ціннісними наслідками, підсилює інтерактивність через емоційне залучення та персоналізацію історії.

- Кат-сцени, тобто неінтерактивні епізоди, підвищують якість оповіді, але їх надмірне використання може знижувати зацікавленість гравця.

Інтерактивність у сюжетно-орієнтованих 3D-іграх тісно пов'язана з рішеннями гравця, які визначають розвиток історії та стан світу. Основні механізми:

1. Dialogue Trees – це діалоги з NPC (Non-Player Character), тобто з персонажем, що не знаходиться під контролем гравця, реалізуються через розгалужені меню, де вибір гравця змінює реакції персонажів, відкриває або закриває завдання, впливає на стосунки та репутацію в світі. Складніші системи враховують емоційний стан NPC та попередні рішення, що створює відчуття живого світу [3, 4].

2. Salient Choice Points – це ключові моменти, де рішення гравця має явні наслідки для сюжету або світу. Важливість цих точок полягає не у великій кількості, а у значущості, тобто, наслідки повинні бути помітними для гравця, підвищуючи його відчуття контролю над історією та занурення [2, 5].

3. Flags/State Systems – для контролю складності розгалужень використовують прапорці та системи станів. Вони дозволяють «зберігати» наслідки рішень гравця та впливати на доступність локацій, діалогів чи квестів, не створюючи надмірної кількості гілок [2, 6].

4. Environmental Storytelling – це частина сюжету, яка подається через ігрове середовище: розташування предметів, архітектура рівнів, записки чи артефакти, які гравець може досліджувати. Це дозволяє інтерактивно розкривати сюжет без кат-сцен і діалогів [6].

Із позитивних моментів слід відзначити мотивацію та занурення гравця – сюжет формує цілі, «ставки» та контекст його дій, що робить можливості гри більш осмисленими та стимулює емоційне залучення [2, 4]. Розгалужені сюжети та значущі рішення стимулюють повторне проходження гри, оскільки гравець зацікавлений у дослідженні альтернативних шляхів [4]. Також слід відзначити те, що інтерактивні елементи сюжету (вибір, взаємодія з NPC, дослідження середовища) сприяють «навчанню через досвід», а це підвищує геймплейну цінність [6]. Однак, надмірне розгалуження сюжету призводить до експоненційного зростання сценарного контенту, збільшення витрат на озвучення, тестування та локалізацію [2, 5]. Втрата темпу і драматургії може призвести до того, що гравець може не відчувати ключові сюжетні моменти [4, 6]. Окрім цього, слід пам'ятати про стагнацію діалогових моделей – без додаткових механік, таких, як емоції та процедурність, діалоги можуть виглядати штучними і обмежувати глибину інтерактивності [3, 6].

Критичним фактором дизайну є баланс між лінійною та нелінійною розповіддю. Добре розроблена гра може поєднувати обидва підходи, спрямовуючи гравців, водночас дозволяючи їм робити впливовий вибір, який посилює їхній зв'язок з історією. Цей баланс є важливим для задоволення різноманітних уподобань гравців та забезпечення динамічного та захопливого загального оповідного досвіду. Концептуальною моделлю поєднання наративу та інтерактивності у 3D-грі є модель FNS (Frame–Nodes–Systems) – це гібридний підхід, що дозволяє інтегрувати сюжет і інтерактивність без втрати контролю над структурою та драматургією, де елементами є:

1. Frame – мінімальна «осьова» структура сюжету з ключовими поворотними точками, яка забезпечує драматургічну цілісність і темп. Цей шар задає обов'язкові етапи розвитку історії, незалежно від порядку дослідження гравцем [3].

2. Nodes – локалізовані точки вибору з видимими наслідками. Реалізуються через прапорці/системи станів. Вузли дозволяють гравцю впливати на сюжет, не створюючи надмірного числа гілок — рішення зливаються назад у каркас, зберігаючи «слід» рішень (репутацію, ресурси, стосунки) [4, 5].

3. Systems – елементи гри, які транслують наслідки рішень у світ, а саме:

- поведінка NPC,
- зміни у середовищі,
- баланс ресурсів,
- журнал завдань і доступність маршрутів.

Цей шар дозволяє бачити вплив вибору без додаткових кат-сцен, роблячи інтерактивність органічною [6, 2].

Таким чином, сюжет у 3D-іграх не є статичним компонентом, а виступає динамічним механізмом, що формує інтерактивний досвід. Від того, як саме він побудований і інтегрований у геймплей, залежить рівень занурення гравця у віртуальний світ. Надмірна лінійність знижує інтерактивність, тоді як надмірна відкритість послаблює емоційний вплив історії. Найбільш ефективним є гібридний підхід до проектування нарративу, коли сюжетні події поєднуються із можливістю впливу гравця на ключові сюжетні вузли. Таким чином, гармонійна інтеграція сюжету та інтерактивності є критично важливим завданням у процесі розробки сучасних сюжетно-орієнтованих 3D-ігор. Ефективне поєднання сюжету та інтерактивності можливе лише через свідоме проектування: виділення значущих точок вибору, контроль розгалуження, використання системних наслідків та інтеграцію сюжету у світ гри. Модель FNS дозволяє зберегти драматургію, підвищити свободу дій гравця і уникнути комбінаторного перевантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Valve Corporation, "Most Played", 2025
<https://store.steampowered.com/charts/mostplayed/?l=ukrainian>
- [2] M. O. Riedl, "From Linear Story Generation to Branching Story Graphs," ASONE/AIIDE, 2005. [Online]. Available: <https://faculty.cc.gatech.edu/~riedl/pubs/riedl-aiide05.pdf>
Available: <https://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>
- [3] H. Jenkins, "Game Design as Narrative Architecture," MIT, 2004. [Online]. Available: <https://paas.org.pl/wp-content/uploads/2012/12/09.-Henry-Jenkins-Game-Design-As-Narrative-Architecture.pdf>
- [4] R. Hunicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research," in *Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop*, AAAI, 2004. [Online].
- [5] D. E. W. Andrews, *Employing branching comics to visualise and manage narrative structure* (PhD thesis), University of Birmingham, 2014. [Online]. Available: <https://etheses.bham.ac.uk/5759/1/Andrews15PhD.pdf>
- [6] "Environmental Storytelling in Video Games," *GameDesignSkills*, 2024. [Online]. Available: <https://gamedesignskills.com/game-design/environmental-storytelling/>.

УДК 004.4:37.091.3

ГЕЙМІФІКАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ: ПІДВИЩЕННЯ ЗНАНЬ ПРО УКРАЇНСЬКУ МІФОЛОГІЮ ЧЕРЕЗ ІНТЕРАКТИВНІ МЕХАНІКИ ARPG

ОНИЩЕНКО Т.В.(tonishenko@gmail.com),
КОЛЬЧЕНКО А.С. (kolchenko.8895296@stud.op.ed)
Національний університет «Одеська політехніка»

Представлені результати розробки ігрового застосунку у жанрі ARPG «Lost Souls», який створений у стилі гри-енциклопедії з елементами регіонального фольклору та спрямований на підвищення інтересу до української міфології, а також поширення української культури.

У сучасних умовах глобалізації та інформаційних викликів актуальним стає питання збереження та популяризації національної культурної спадщини, зокрема української міфології, яка є невід'ємною частиною ідентичності нації. Дослідження показують, що серед молоді України рівень знань про власну міфологію та фольклор залишається низьким: за даними аналізу результатів ЗНО 2024 року, середній бал з української літератури склав лише 130-140, а з історії України – 125-135, що свідчить про загальну невисоку обізнаність з культурними аспектами [1]. У 2023–2025 роках ситуація не зазнала суттєвих покращень, з огляду на вплив війни та інформаційних ресурсів, де лише 8% молоді демонструють високий рівень медіаграмотності, включаючи розпізнавання культурних міфів [2].

Гейміфікація як сучасний інструмент освітніх процесів пропонує інноваційний підхід до вирішення цієї проблеми, перетворюючи пасивне вивчення на інтерактивний досвід. Метою дослідження є аналіз потенціалу ARPG-механік (Action Role-Playing Game) для підвищення обізнаності з українською міфологією через створення асоціативних зв'язків між персонажами, завданнями та культурним контекстом. Об'єктом є програмне забезпечення ігрового напрямку з елементами регіонального фольклору, предметом – комп'ютерна гра *Lost Souls* в жанрі ARPG для поглиблення знань міфологічних персонажів.

Актуальність теми зумовлена необхідністю протидії культурній асиміляції в умовах гібридної війни, де знайомство з українською міфологією через гру може стати потужним засобом формування національної ідентичності. Комп'ютерні ігри, як популярний вид дозвілля серед молоді (понад 70% підлітків грають регулярно [3]), дозволяють інтегрувати елементи міфології в наратив, роблячи процес навчання цікавим і мотивуючим. Наприклад, інтерактивні діалоги з персонажами гри та завдання, пов'язані з фольклорними мотивами, створюють емоційні асоціації, що сприяють кращому запам'ятовуванню порівняно з традиційними методами [4].

Проведений в рамках дослідження бенчмаркінг-аналіз відомих ігор на міфологічну тематику (*God of War*, *The Witcher*) демонструє успіх сюжетно-орієнтованих наративів у залученні аудиторії, але українська міфологія представлена фрагментарно, переважно через негативних персонажів у проєктах на кшталт *Bosorka* [5]. Запропонована ARPG-модель заповнює цю прогалину, фокусуючись на позитивних аспектах міфології: бестіарій для структурованої інформації, побічні завдання для глибшого розуміння персонажів та їхньої ролі в культурному контексті. Це не лише підвищує мотивацію, але й сприяє розвитку критичного мислення та емпатії через вибір гравця, що впливає на сюжет.

Гра *Lost Souls* розроблена на базі сучасного ігрового двигуна Unity, що забезпечує кросплатформенність та оптимізацію для широкої аудиторії з різним апаратним забезпеченням. Ігровий інтерфейс простий: список навичок у нижній частині екрану, здоров'я гравця та кількість жителів у селищі у лівій частині екрану. Головний персонаж – Синєоко – козак, озброєний шаблею та магічними здібностями: вогняний шар, вогняна хвиля, вогняний щит, лікування. Головні особливості гри включають:

- інтерактивні діалоги з персонажами української міфології (наприклад, з Мавкою чи Лісовиком), де гравець отримує завдання, пов'язані з фольклорними мотивами, формуючи асоціативні зв'язки для кращого запам'ятовування;
- структурований бестіарій з детальною інформацією про істот, що слугує візуальним посібником;
- побічні квести, які розкривають культурні нюанси персонажів через значущі артефакти чи історії.

Карта складається з двох умовних частин – села та лісу. В селищі проживають люди, а в лісі нечиста сила. Нечиста йдуть з лісу і прагнуть потрапити в село, щоб викрасти людей. На рис. 1 зображено мапа гри.



Рисунок 1 – Мапа гри *Lost Souls*

У грі присутні три типи ворогів: потерчата, мавки, лісовики. Потерчата не завдають ніякої шкоди, їх завдання – потрапити у селище, а мавка та лісовики можуть використовувати свої здібності допомагаючи потерчатам. Мавки можуть знерухомити, а лісовик – знерухомити або атакувати вогняним шаром. На рис. 2 зображені деякі персонажі гри Lost Souls.



Рисунок 2 – Персонажі гри Lost Souls

Оцінювання ефективності такої гейміфікації може базуватися на якісних та кількісних методах: опитуваннях гравців щодо рівня запам'ятовування, аналізі часу взаємодії з елементами міфології та порівнянні з традиційним читанням літературних джерел. Індикаторами успіху слугуватимуть покращення результатів тестів на знання (наприклад, +20–30% у пост-гейм тестових групах, за аналогією з подібними проєктами [6]) та відгуки про культурне занурення. Поширення через платформи на кшталт Steam дозволить досягти глобальної аудиторії, сприяючи культурному експорту України.

У висновку, гейміфікація української міфології через ARPG-механіки гри Lost Souls є ефективним інструментом для посилення національної ідентичності серед молоді, перетворюючи гру на міст між минулим і сучасним. Подальші розробки можуть розширити модель на інші аспекти фольклору, забезпечуючи стале культурне навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Результати НМТ 2024 з української мови, літератури та історії України – [Електронний ресурс]. Український центр оцінювання якості освіти. 2024. Режим доступу: <https://testportal.gov.ua/nmt-2024-rezultaty>/Результати ЗНО з української мови та літератури, історії України за 2021 рік – [Електронний ресурс]. Український центр оцінювання якості освіти. 2021. Режим доступу: <https://testportal.gov.ua/zno-2021/>
2. Про схвалення Стратегії утвердження української національної та громадянської ідентичності (2023–2025) – [Електронний ресурс]. Закон України № 1322. 2023. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1322-2023-%D0%BF>
3. Integrating gamification and gaming technologies into Ukrainian educational process – [Електронний ресурс]. Multidiscip Sci. Journal. 2024. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/380881726_Integrating_gamification_and_gaming_technologies_into_Ukrainian_education_transforming_the_learning_experience
4. Amplification of Ukrainian Culture through Interactive Digital Narrative – [Електронний ресурс]. University of Central Florida. 2024. Режим доступу: <https://stars.library.ucf.edu/hut2024/69/>
5. Ukrainian mythology - Magic world.UA – [Електронний ресурс]. Cultural project. 2024. Режим доступу: <https://magicworld.com.ua/en/>
6. Gamifying cultural heritage: Exploring the potential of immersive virtual exhibitions – [Електронний ресурс]. Computers in Human Behavior Reports. 2024. Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772503024000367>

REINFORCEMENT LEARNING ЯК ІНСТРУМЕНТ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ У ВІДЕОІГРАХ

ОСТРОВСЬКИЙ В. В. (ostrovskyivladislav@gmail.com),

КОВАЛЬЧУК М. О. (synyhka@gmail.com)

Поліський Національний університет

Розглянуто теоретичні та практичні аспекти застосування навчання з підкріпленням для створення адаптивних ігрових агентів. Проаналізовано переваги RL над традиційними моделями у забезпеченні поведінки неігрових персонажів. Досліджено основні виклики впровадження.

Навчання з підкріпленням суттєво змінює підхід до використання штучного інтелекту у відеоіграх, забезпечуючи значний прогрес у вирішенні складних завдань та створенні нових можливостей для інтерактивних середовищ. Ключова особливість методу полягає в здатності до адаптивного навчання: на відміну від традиційних скриптових моделей, які швидко стають передбачуваними, RL-персонаж здатний змінювати свою поведінку у відповідь на дії гравця, роблячи ігровий процес більш динамічним і непередбачуваним. Метою цієї роботи є аналіз можливостей використання RL для підвищення інтелектуальності ігрових агентів та адаптивності ігрового процесу.

Reinforcement Learning (RL) представляє тип машинного навчання, який зосереджується на прийнятті рішень автономними агентами в умовах невизначеності [1]. Під автономним агентом розуміють будь яку систему, що може приймати рішення та діяти у відповідь на своє середовище незалежно від прямих вказівок людини чи заздалегідь заданого алгоритму. В основі навчання з підкріпленням лежить динамічна взаємодія між агентом, середовищем і чітко визначеною метою, яку формально описують за допомогою Марківського процесу прийняття рішень [2]. Агент навчається досягати мети шляхом постійного спостереження за станом середовища та вибору дій у відповідь, отримуючи винагороду за позитивні результати та формуючи стратегію максимізації сукупного виграшу.

Архітектура RL включає кілька фундаментальних компонентів: Policy, що визначає правила вибору дій у конкретних станах, Reward Signal як безпосередню зворотну реакцію середовища, Value Function для оцінки довгострокової перспективи, та опціональну модель середовища для передбачення наслідків дій. Ці компоненти дозволяють актору знаходити баланс між експлуатацією перевірених методів і дослідженням нових шляхів для досягнення оптимального результату.

Застосування RL у геймдеві демонструє особливу ефективність у створенні інтелектуальних NPC, здатних до природнішої взаємодії з гравцем. Традиційні підходи створення ШІ у відеоіграх часто призводять до передбачуваної поведінки, що зменшує зануреність гравця. Натомість, агенти на основі Reinforcement Learning можуть динамічно адаптуватися до стилю гри користувача, тим самим створювати унікальний досвід для кожного проходження гри. Це особливо актуально для стратегічних ігор, де NPC повинні демонструвати тактичну гнучкість, довгострокове планування та значну варіативність навіть при мінімальній зміні навколишніх факторів.

Прикладом, на якому можна розглянути потенційне застосування навчання з підкріпленням є гра The Sims, де неігрові персонажі мають множину потреб та бажань. Використання Q-learning дозволить NPC поступово навчитися асоціювати певні дії з покращенням довгострокового добробуту, ґрунтуючись на винагородах після виконання дій [3]. Наприклад, персонаж може навчитися віддавати перевагу соціальним потребам замість сну, якщо його попередній досвід показав, що соціалізація у певних умовах приносить більший сумарний виграш. Це створює ілюзію «живого» світу, де поведінка персонажів виникає як результат процесу навчання, а не прописаний умові в Behavior Tree.

Практична новизна методу полягає у суттєвому зниженні необхідності у написанні надмірно складного програмного коду; розробникам не потрібно вручну визначати всі можливі комбінації умов і реакцій, що традиційно вимагає великих затрат часу та ресурсів, особливо у відеоіграх зі складним ШІ. Замість цього система самостійно навчається оптимальній поведінці через взаємодію з середовищем. Це не лише спрощує процес розробки, але й створює можливості для

поведінки, коли агенти демонструють неочікувані, але логічні дії, які не були заздалегідь запрограмовані розробниками.

Особливо перспективним виглядає використання RL для процедурної генерації контенту та динамічного балансування складності. Актори можуть автоматично адаптувати рівень виклику відповідно до навичок конкретного гравця, аналізуючи його поведінкові патерни та результативність. Така система здатна в реальному часі модифікувати параметри ігрового світу: від розташування ворогів та ресурсів до складності головоломок та інтенсивності подій. Це забезпечує оптимальний баланс між викликом та комфортом, підтримуючи стан "потoku" у гравця протягом всього ігрового досвіду.

Револьюційні досягнення навчання з підкріпленням демонструються і як «гравці». Система AlphaGo, від однойменної гри, не просто перемогла провідних гравців у найскладнішу настільну гру, але й продемонструвала нетрадиційні, абсолютно нові стратегії, які згодом почали використовувати професійні гравці [4]. Це показало здатність RL-агентів не лише досягати майстерності, але й розширювати межі людського розуміння гри. OpenAI Five у Dota 2 продемонструвала ще більш вражаючі можливості, оскільки ця гра вимагає командної роботи, швидкого прийняття рішень в умовах неповної інформації та адаптації до мінливих тактик противника в режимі реального часу. Агенти навчилися координувати дії п'яти різних персонажів одночасно, розподіляючи ролі та ресурси оптимальним чином. Особливо важливим було те, що система здатна була адаптуватися до нестандартних стратегій людських команд протягом матчу, демонструючи гнучкість мислення та здатність до імпровізації. Крім того, OpenAI Five показала унікальну особливість - здатність до довгострокового планування в умовах постійно змінюваного ігрового стану, приймаючи рішення не лише на основі поточної ситуації, але й передбачаючи розвиток подій на 10-15 хвилин вперед [5].

Успіх цих систем стимулює розвиток всієї галузі штучного інтелекту, оскільки відеоігри виступають ідеальним полігоном для тестування нових алгоритмів. Ігрові середовища поєднують багатство сценаріїв, високу динаміку та контрольовані умови, дозволяючи дослідникам експериментувати з різними підходами без ризику реальних наслідків. Це призвело до появи нових архітектур нейронних мереж, алгоритмів навчання та методів оптимізації, які згодом знаходять застосування у робототехніці, автономних транспортних засобах та інших галузях.

Водночас, впровадження RL у комерційних іграх стикається з певними викликами. Основною перешкодою є висока обчислювальна складність, особливо у середовищах з великою кількістю станів та дій. Кількість можливих станів зростає експоненційно із додаванням нових параметрів, що призводить до повільного навчання й потреби у значному обсязі симуляцій для досягнення якісних результатів. Крім того, поведінка RL-агентів може бути менш передбачуваною для розробників, що ускладнює процес тестування та забезпечення стабільності ігрового досвіду.

Ще однією важливою проблемою є необхідність тонкого налаштування системи винагород. Неправильно сформульовані цілі можуть призвести до небажаної поведінки агентів, які знаходять неочікувані способи максимізації винагороди, порушуючи ігровий баланс або створюючи експлойти. Це вимагає від розробників глибокого розуміння як механік гри, так і принципів машинного навчання.

Попри існуючі обмеження, перспективи розвитку RL у геймдеві є надзвичайно обнадійливими. Зростання обчислювальних потужностей, вдосконалення алгоритмів та розвиток спеціалізованого апаратного забезпечення поступово знижують бар'єри для більш широкого використання. Нові підходи, такі як ієрархічне навчання з підкріпленням, мета-навчання та використання попередньо натренованих моделей, дозволяють значно скоротити час навчання та підвищити ефективність агентів.

Особливо перспективним є розвиток гібридних систем, що поєднують традиційні підходи з RL-компонентами. Такі системи можуть використовувати, умовно, State Machine для базової поведінки та критичних ігрових моментів, водночас дозволяючи RL-акторам адаптувати та вдосконалювати цю поведінку на основі взаємодії з гравцем. Це забезпечує баланс між передбачуваністю та адаптивністю, даючи розробникам більший контроль над ігровим досвідом.

Майбутнє застосування RL у відеоіграх також може включати створення персоналізованих наративів, де сюжетні лінії динамічно адаптуються до вподобань та рішень конкретного гравця. Агенти можуть аналізувати емоційні реакції користувача на різні події та відповідно модифікувати

подальший розвиток історії, створюючи справді унікальний та особистісно значущий досвід для кожного гравця.

Тож, навчання з підкріпленням поступово перетворюється з експериментального інструмента на один із доступних підходів у створенні штучного інтелекту. Його здатність створювати адаптивних агентів, зменшувати залежність від заскриптованих сценаріїв робить це незамінним інструментом для розробки «наступного покоління відеоігор», де штучний інтелект стане не просто технічним компонентом, а справжнім партнером у створенні захоплюючих та непередбачуваних ігрових світів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. Murel and E. Kavlakoglu, “What is reinforcement learning?”, IBM, 25 бер. 2024. [Online]. Доступно: <https://www.ibm.com/think/topics/reinforcement-learning>
- [2] A. Sharma, “Markov Decision Process”, GeeksforGeeks, оновлено 28 трав. 2025. [Online]. Доступно: <https://www.geeksforgeeks.org/machine-learning/markov-decision-process/>
- [3] G. Kovalchuk, “A Beginner’s Guide to Q-Learning: Understanding with a Simple Gridworld Example”, Medium, 24 жовт. 2024. [Online]. Доступно: <https://medium.com/@goldengrisha/a-beginners-guide-to-q-learning-understanding-with-a-simple-gridworld-example-2b6736e7e2c9>
- [4] Н. Хандусенко, “ШІ-системі AlphaGo 9 років. Як програма, що перемогла чемпіона світу з ГО, нині впливає на розвиток ШІ в різних сферах”, dev.ua, 18 жовт. 2024. [Online]. Доступно: <https://dev.ua/news/alphago-1728890522>
- [5] “OpenAI Five defeats Dota 2 world champions”, OpenAI, 15 квіт. 2019. [Online]. Доступно: <https://openai.com/index/openai-five-defeats-dota-2-world-champions/>

УДК 37.037

ІНТЕРАКТИВНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

ПАЩЕНКО А.С. (alina.01.vip.01@gmail.com)
Харківська гуманітарно-педагогічна академія

У тезах розглядається проблема дистанційного навчання фізичної культури та роль інтерактивних платформ у забезпеченні ефективного освітнього процесу. Проаналізовано можливості найпоширеніших платформ, їхні переваги й недоліки, а також виклики воєнного стану. Подано рекомендації для вчителів фізичної культури щодо використання інтерактивних рішень у роботі з учнями.

Постановка проблеми. Перехід шкіл на дистанційне навчання в Україні висвітлив труднощі організації уроків фізичної культури: обмежений простір вдома, відсутність спортивного інвентарю, низька мотивація учнів та труднощі з контролем виконання вправ. Особливої актуальності ця проблема набуває під час воєнного стану, коли ускладнюється доступ до стабільного інтернету та електроенергії, а психологічне навантаження на учнів зростає [1].

Мета дослідження – визначити можливості інтерактивних платформ для організації дистанційного навчання фізичної культури та розробити практичні рекомендації для педагогів.

Завдання дослідження:

1. Вивчити найбільш популярні інтерактивні платформи, які застосовуються у навчальному процесі.
2. Оцінити їхні можливості для дистанційного викладання фізичної культури.
3. Визначити особливості їх використання в умовах воєнного стану.
4. Розкрити перспективи подальшого розвитку дистанційних форм фізичного виховання.

Методи дослідження: огляд літературних джерел [1–3]; порівняння функціональних можливостей платформ; синтез практичного досвіду педагогів.

Основний зміст. За даними Центру професійного розвитку педагогічних працівників [1], для дистанційного навчання найчастіше використовуються такі інтерактивні платформи: Google Classroom – надає можливість розміщення навчальних матеріалів (відеоуроки, презентації з вправами, інструкції), організації тестів і завдань. Вчитель може отримувати від учнів фото- та відеозвіти про виконання вправ і коментувати їх. Moodle – навчальна система для створення курсів з темами, вправами та завданнями для самостійної роботи [1]. Zoom та Google Meet – синхронні заняття, демонстрація вправ у реальному часі, повторення учнями; недолік – залежність від швидкості інтернету [2]. YouTube-канали та інтерактивні бібліотеки відео – комплекси вправ для дому, особливо актуально під час воєнного стану [2]. Вітчизняні ресурси: «Всеосвіта», «На Урок», «МійКлас» – матеріали, інтерактивні завдання та тестування [3]. В умовах воєнного стану важливе використання офлайн-доступу, мобільних додатків для здоров'я та спорту, які можна інтегрувати у дистанційне навчання [1], [3]. Інтерактивні платформи дозволяють персоналізувати завдання, забезпечувати гнучкий графік, надавати зворотний зв'язок та стимулювати мотивацію учнів.

Висновки.

1. Найбільш ефективними платформами для дистанційного навчання фізичної культури є Google Classroom, Moodle та Zoom, які поєднують функції організації матеріалів, комунікації та контролю.
2. В умовах воєнного стану пріоритетними є ресурси з можливістю офлайн-роботи та завчасно підготовленими матеріалами.
3. Використання інтерактивних платформ сприяє підтримці фізичної активності учнів, формуванню їхньої мотивації та розвитку відповідальності за власний фізичний стан.
4. Подальший розвиток дистанційних технологій у фізичній культурі повинен забезпечувати індивідуалізацію завдань та активне залучення учнів через ігрові та змагальні форми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] “Платформи та сервіси дистанційного та змішаного навчання,” Центр професійного розвитку педагогічних працівників. [Online]. Available: <https://cprppl.osv.org.ua/platformi-i-servisi-distancijnogo-ta-zmishanogo-navchannya-10-07-53-14-01-2021/>
- [2] “Онлайн-ресурси на допомогу вчителям,” Центр професійного розвитку педагогічних працівників, 2021. [Online]. Available: <https://cprppl.osv.org.ua/news/1610966934/>
- [3] “Каталог онлайн-сервісів для дистанційного навчання,” ГРЦ ПРПП, 2021. [Online]. Available: <https://grcprpp.gov.ua/katalog-onlajnservisiv-14-05-12-02-04-2021/>

УДК 37.037

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНІЙ КУЛЬТУРІ

ПАЩЕНКО А.С. (alina.01.vip.01@gmail.com)
Харківська гуманітарно-педагогічна академія

У тезах розглянуто питання використання сучасних інформаційних технологій у фізичній культурі. Акцент зроблено на цифрових ресурсах, мультимедійних засобах та комп'ютерних іграх, які здатні підвищити мотивацію учнів до занять фізичними вправами. Проаналізовано можливості мобільних додатків, фітнес-трекерів, VR та AR-технологій, а також гейміфікації навчального процесу. Сформульовано висновки щодо ефективності їх інтеграції у систему фізичного виховання.

Постановка проблеми. Фізична культура традиційно розглядається як важливий чинник розвитку здоров'я та соціалізації молоді. Проте останніми роками спостерігається зниження інтересу школярів до уроків фізичної культури. Це зумовлено низкою чинників: одноманітністю занять, відсутністю інноваційних підходів та домінуванням цифрових технологій у дозвіллі дітей.

Водночас використання мультимедіа та комп'ютерних ігор відкриває нові можливості для модернізації занять та формування внутрішньої мотивації [1].

Мета дослідження – виявити потенціал інформаційних технологій у фізичній культурі для підвищення мотивації, ефективності та інтерактивності навчально-тренувального процесу.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні інформаційні технології, що застосовуються у сфері фізичного виховання.
2. Визначити переваги мультимедійних засобів та комп'ютерних ігор для розвитку рухової активності.
3. Окреслити перспективи впровадження VR, AR та мобільних додатків у навчальний процес.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичних джерел [2], порівняльний аналіз, систематизація даних.

Основний зміст. Використання інформаційних технологій у фізичній культурі спрямоване на поєднання традиційних методик з інноваційними цифровими рішеннями. У сучасних умовах поширюються такі інструменти, як фітнес-трекери, мобільні додатки для контролю рухової активності, а також exergames – комп'ютерні ігри, що передбачають виконання фізичних дій у реальному часі [3]. Мультимедійні ресурси (відеоуроки, інтерактивні презентації, онлайн-платформи) дають можливість візуалізувати складні рухи, пояснювати техніку вправ та створювати інтерактивне освітнє середовище [4]. VR та AR-технології створюють ефект занурення у віртуальний простір, що сприяє формуванню нових компетентностей та підвищенню якості засвоєння навчального матеріалу. Перевагою використання інформаційних технологій є : доступність та гнучкість, ефективність, збільшення мотивації, формування цифрової грамотності, а також інформаційні технології дозволяють адаптувати навчальні програми до індивідуальних потреб та можливостей учнів, що є особливо важливим для роботи з дітьми з ООП. Сучасні технології створюють умови для зворотнього зв'язку між учителем та учнями, використання відеозв'язку, чатів та соціальних мереж дозволяє працювати в дистанційному режимі, що є дуже важливо та зручно у наш час.

Висновки.

1. Інформаційні технології здатні істотно підвищити ефективність занять з фізичної культури та зробити їх більш привабливими для молодого покоління.
2. Використання гейміфікації, мультимедіа, VR та мобільних додатків сприяє підвищенню мотивації, розвитку самоконтролю та інтерактивності навчання.
3. Подальша інтеграція цифрових ресурсів у фізичне виховання є перспективним напрямом розвитку сучасної освіти, що відповідає вимогам інформаційного суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] “Інформаційні технології у фізичному вихованні,” навчальний посібник, Дніпро, 2013. [Online]. Available: <http://infiz.dp.ua/misc-documents/repozit/AL-A3/A3-017-13.pdf>
- [2] І. Сухенко, “Формування культури здоров'я – необхідний компонент виховання молоді,” Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві, №2 (50), с.29–36, 2020. [Online]. Available: <https://eprints.zu.edu.ua/33547/1/29-36.pdf>
- [3] Дибов У., “Інформаційні технології у процесі фізичного виховання,” Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Серія: Педагогічні науки, №13, с.85–92, 2018. [Online]. Available: <https://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN13/11dybovu.pdf>
- [4] T. Rupp, “Virtual reality in sports and physical education,” International Journal of Emerging Technologies in Learning, vol.16, no.18, pp.120–131, 2021.

ВІРТУАЛЬНИЙ ПАЦІЄНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КЛІНІЧНОГО МИСЛЕННЯ

ПЕТРОВСЬКИЙ Ю.Ю (yuriy.petrovskiy@onmedu.edu.ua),

УСИЧЕНКО К.М. (kateryna.usychenko@onmedu.edu.ua)

Одеський національний медичний університет

Клінічне мислення охоплює дії всіх професіоналів охорони здоров'я у процесі оцінки, діагностики та менеджменту пацієнта у різних клінічних обставинах. В закладах вищої медичної освіти розвиток клінічного мислення у майбутніх лікарів викликає певні труднощі, тому що пов'язує теоретичні та практичні знання. Викладачі клінічних кафедр мають обмежений доступ до хворих, також є певні складнощі технічного характеру, коли неможлива демонстрація пацієнта з нолологією, яка відповідає темі заняття. Найкращий вихід з такою ситуації – віртуальний пацієнт. Віртуальний пацієнт — це комп'ютерна інтерактивна симуляція або наочна модель клінічного випадку, яка може бути використана для навчання студентів клінічному мисленню. В Одеському національному медичному університеті співробітники клінічних кафедр використовують різні моделі віртуальних пацієнтів, як розташованих на міжнародних платформах, так і створених власноруч - Medical Education Network Ukraine (MENU), платформи OpenLabyrinth, платформи Moodle.

Клінічне мислення – це невід'ємна складова роботи успішного лікаря. Цей процес охоплює дії всіх професіоналів охорони здоров'я у процесі оцінки, діагностики та менеджменту пацієнта у різних клінічних обставинах. Клінічне мислення у широкому сенсі – це специфіка розумової діяльності лікаря, що забезпечує ефективне використання даних науки й особистого досвіду стосовно конкретного хворому. Для лікаря бажаний аналітико-синтетичний тип сприйняття та спостереження, здатність охопити картину захворювання як загалом, так і в деталях. Ядром клінічного мислення є здатність до розумової побудови синтетичної та динамічної картини хвороби, переходу від сприйняття зовнішніх проявів захворювання до відтворення його внутрішньої течії – патогенезу. Розвиток «розумового бачення», вміння включити будь-який симптом у логічний ланцюг міркувань – ось що необхідно для клініциста [1].

Клінічне мислення не має чіткого визначення. В сучасній медицині воно розглядається не як статична конкретна навичка, а як шлях розвитку, який постійно удосконалюється. Клінічне мислення поєднує в собі різні галузі знань, включаючи нормальну та патологічну анатомію та фізіологію, класичну та біологічну хімію, фармакологію та клінічну практику. Мислення лікаря завжди зосереджується на інтересах пацієнта. Лікар повинен враховувати індивідуальні особливості кожного хворого, вибирати найбільш результативне лікування, оцінити його ефективність та скоригувати за необхідності, спланувати подальший маршрут пацієнта. Це динамічний процес, який потребує постійного навчання та вдосконалення. Лікарі повинні бути в курсі новітніх досягнень в медицині та адаптувати свої знання до нових умов [2].

В закладах вищої медичної освіти розвиток клінічного мислення у майбутніх лікарів викликає певні труднощі. Необхідність оволодіння великим обсягом теоретичної інформації класичних медичних дисциплін (анатомія, фізіологія, патоморфологія, фармакологія) не розцінюється студентами як сходинка до розвитку клінічного мислення. Але без теоретичних знань неможливо сформулювати логічний ланцюг персоніфікованого підходу до пацієнта.

З іншого боку, розвиток клінічного мислення та його прикладне використання неможливе без саме пацієнта. Сучасні лікувально-профілактичні заклади не завжди співпрацюють з медичними вишами. Викладачі клінічних кафедр мають обмежений доступ до хворих, також є певні складнощі технічного характеру, коли неможлива демонстрація пацієнта з нолологією, яка відповідає темі заняття.

Найкращий вихід з такою ситуації – віртуальний пацієнт. Віртуальний пацієнт — це комп'ютерна інтерактивна симуляція або наочна модель клінічного випадку, яка може бути використана для навчання студентів клінічному мисленню. Модель віртуального пацієнта може бути використана з метою навчання студентів та лікарів клінічним навичкам. Метою кейса з

віртуальним пацієнтом може бути діагностика та/або лікування, а також менеджмент пацієнта (подальший маршрут спостереження, реабілітації).

Модель віртуального пацієнта достатньо варіабельна, тобто вона може включати прості кроки (зібрати анамнез, оцінити результати фізикального, лабораторного та інструментального обстеження, сформулювати попередній діагноз), а також бути більш ускладненою (передбачений певний порядок дій, в залежності від виконання якого змінюється стан віртуального пацієнта, можуть бути позитивні або негативні наслідки) [3, 4, 5].

Серед переваг роботи з віртуальним пацієнтом слід підкреслити наступне:

студент може опрацьовувати практичні навички будь-яку кількість раз, не створюючи загрозу здоров'ю та життю пацієнта, в тому числі при невідкладних станах;

віртуальний пацієнт створюється на підставі сценаріїв різної складності, як з розповсюдженою, так і з рідкісною патологією, цілком доцільним є поступове ускладнення кейсів для студентів різних курсів навчання;

робота з віртуальним пацієнтом може проводитися як на практичному занятті й імітувати роботу в команді медичних працівників різного рівня підготовки, так й інший час в рамках самостійної підготовки;

імітується реальна клінічна ситуація – студент отримує відчуття реальної взаємодії з пацієнтом в умовах різних підрозділів (операційна, амбулаторія сімейної медицини, стаціонарне відділення);

отримання зворотного зв'язку – або сама платформа з віртуальним пацієнтом, або викладач проводить аналіз клінічного кейса та діяльності студентів.

В Одеському національному медичному університеті співробітники клінічних кафедр використовують різні моделі віртуальних пацієнтів, як розташованих на міжнародних платформах, так і створених власноруч.

В рамках спільного проекту (Medical Education Network Ukraine (MENU) з Університетом ім. Людвіга Максиміліана (Мюнхен), метою якого є розвиток клінічного мислення у здобувачів вищої освіти та впровадження клінічних кейсів та віртуальних пацієнтів у освітні програми. Завдяки навчальній програмі, адаптованій до потреби українських факультетів, партнери мають бути реалізовані та надалі розробити на місці власні медичні дидактичні курси з компетентностно-орієнтованого навчання. Віртуальні пацієнти на платформі CASUS – це більше 200 клінічних кейсів з хірургічною або терапевтичною патологією. Кейс побудований так само, як і спілкування з реальною людиною. На початку – це питання щодо розвитку симптомів хвороби, а також анамнез життя пацієнта (медична історія). Наступні етапи – результати клінічного огляду пацієнта, лабораторного та інструментального обстеження. Й, власне, дискусія – варіанти подальшої діагностики для встановлення остаточного діагнозу, напряму лікування пацієнта. На основі такого кейсу можна передавати досвід іншим медичним фахівцям, використовувати його для вдосконалення та самонавчання. Викладений матеріал такого типу може мотивувати практикуючих лікарів на вироблення власних діагностичних та лікувальних моделей у професійної діяльності.

У рамках міжнародного проекту «Симуляційна медицина та сценарій-орієнтоване навчання з невідкладної допомоги» (SimS, «Simulation medicine and Scenario-based learning for emergency care», номер проекту 101082077) для відпрацювання практичних навичок у рамках симуляційних сценаріях на базі платформи OpenLabyrinth (<https://github.com/olab/Open-Labyrinth>). У рамках проекту було створено більше 30 сценаріїв для навчання з різних категоріями курсантів. З цих сценаріїв 20 сценаріїв використовувалися для симуляції навчальних випадків, що потребували надання невідкладної допомоги постраждалим. За час проекту у ОНМедУ було проведено пілотне навчання 50 студентів медичного університету та 60 викладачів навчальних закладів початкового та середнього рівню. Абсолютна більшість учасників тренінгу позитивно оцінили використання цієї технології для навчання. На загальнодоступній платформі Moodle університету можливо створювати віртуального пацієнта з використанням пов'язаних між собою тестів. Спочатку студенту надається опис клінічної ситуації з варіантами подальших дій. Якщо студент обирає правильну відповідь, він переходить на наступний рівень клінічного кейсу, тобто вирішує наступне завдання. Якщо він обрав неправильну відповідь, йому пояснюється, чому саме вона неправильна й студент повертається на попередній рівень.

Таким чином, використання віртуальних пацієнтів є перспективною технологією, що може бути використана для розвитку клінічних компетентностей сучасних студентів. наявність технічної можливості використання міжнародних платформ дозволить зменшити недоліки обмеженого доступу до пацієнтів в лікувально-профілактичних закладах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] N. Koenemann, B. Lenzer, J. M. Zottmann *et al.*, “Clinical Case Discussions – a novel, supervised peer-teaching format to promote clinical reasoning in medical students,” *GMS J. Med. Educ.*, vol. 37, no. 5, Doc48, 2020. [Online]. Available: <https://www.egms.de/static/en/journals/zma/2020-37/zma001341.shtml>. [Accessed: Mar. 14, 2018].

[2] J. Reifenrath, N. Seiferth, and T. Wilhelm, “Integrated clinical case discussions – a fully student-organized peer-teaching program on internal medicine,” *BMC Med. Educ.*, vol. 22, article 828, 2022. [Online]. Available: <https://bmcmmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-022-03889-4#citeas>. [Accessed: Mar. 2, 2022].

[3] N. J. Dohle, M. Machner, and M. Buchmann, “Peer teaching under pandemic conditions – options and challenges of online tutorials on practical skills,” *GMS J. Med. Educ.*, vol. 38, no. 1, Doc7, 2021. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01421590701606799>. [Accessed: Jul. 3, 2009].

[4] G. S. Romão *et al.*, “The use of peer teaching in the online Clinical PBL: The medical students’ perspectives,” *Advances in Medical Education and Practice*, vol. 15, pp. 1141–1148, Nov. 23, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.2147/AMEP.S466697>. [Accessed: —].

(Добавлен источник, посвящённый восприятию студентами peer teaching в онлайн PBL-контексте.) dovepress.com

[5] H. Feng, Z. Luo, Z. Wu *et al.*, “Effectiveness of Peer-Assisted Learning in health professional education: a scoping review of systematic reviews,” *BMC Med. Educ.*, vol. 24, article 1467, Dec. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06434-7>. [Accessed: —].
УДК 004.8:655.3

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PRE-PRESS PREPARATION PROCESSES

PLAKHTYNA Z. I., SELMENSKA Z. M. (zoreslava.plakhtyna91@gmail.com,
Zoriana.M.Selmenska@lpnu.ua)

National University «Lviv Polytechnic» Lviv

The article analyses the use of artificial intelligence in pre-press preparation processes. It demonstrates the capabilities of AI tools in text editing, image processing and colour proofing, typesetting and preparing layouts for printing. The use of deep learning algorithms and automatic analysis systems minimises technical errors, improves colour accuracy, optimises the placement of elements in the layout, and ensures consistent print quality.

In order to remain one of the leading industries, the printing industry needs to constantly take into account the development of digital technologies.

Digital technologies in general and artificial intelligence (AI) in particular are increasingly being integrated into the processes of the printing industry. As companies face growing competition and changing consumer demand, the introduction of artificial intelligence technologies in the printing industry is a necessity. Artificial intelligence technologies can be used at the following stages of pre-press preparation: text editing and preparation, image processing, colour proofing and colour management, layout, pre-press preparation, and production process optimisation. [1].

Text editing is the initial and one of the most important stages of pre-press preparation, as it is here that the linguistic and stylistic quality of the future publication is formed. Modern artificial intelligence systems significantly expand the capabilities of editors by providing automatic spelling, grammar, and punctuation checks, as well as identifying stylistic errors. Tools such as Grammarly and LanguageTool

analyse text in context, suggesting ways to improve sentences, while platforms based on large language models, such as ChatGPT or Claude, are capable of more in-depth editing, adapting material to different styles of presentation.

Such tools are gradually changing the role of the editor: routine tasks are being handed over to algorithms, while humans focus on ensuring content integrity and the creative component of editing. [2].

The image processing stage plays a leading role in pre-press preparation, as the perception of the final printed product largely depends on the quality of the images. Traditionally, this process includes colour correction, defect removal, resolution enhancement, and file adaptation to the requirements of printing equipment. Modern artificial intelligence technologies significantly expand the capabilities of these operations, allowing most tasks to be automated and increasing processing accuracy.

Deep learning algorithms are capable of independently determining the optimal parameters for contrast, brightness, and white balance. For example, in software solutions such as Adobe Photoshop with the built-in Adobe Sensei platform or in specialised services such as Luminar Neo, the colour correction process is performed automatically, taking into account the genre and composition of the image. To restore old or damaged photos, systems such as Remini or VanceAI are used, which employ neural networks to remove noise and restore detail and clarity.

In modern practice, special attention is paid to increasing the resolution of images, which is necessary for high-quality printing. Tools such as Topaz Gigapixel AI or Let's Enhance allow you to increase the size of images several times without losing sharpness thanks to super-resolution technologies. [3].

На етапі кольоропроби і керуванні кольором дизайнер або фахівець із переддрукарської підготовки переконується, що оброблені зображення не лише виглядають чудово на екрані, а й будуть точно передавати кольори на папері чи іншому матеріалі. Тут вирішується, чи правильно відтворюються насиченість, тональні переходи, контрасти і баланс між відтінками.

Specialists use ICC profiles that take into account the characteristics of the printing machine, paper type and ink so that the colours on the finished product match the author's vision as closely as possible. An important task is to ensure the accurate reproduction of branded colours and to avoid unpredictable distortions in dark and light areas of images.

Modern artificial intelligence technologies significantly optimise the colour proofing process. In particular:

1. AI for automatic colour correction (e.g. Adobe Sensei in Photoshop or Lightroom) offers optimal colour balance and contrast settings for printing;
2. Print simulation models allow you to visualise how a layout will look on different papers and with different printing technologies, minimising the need for physical proofs. Examples include AI plugins in InDesign or tools from GMG Color;
3. AI systems for colour consistency control automatically compare colours between different elements of the layout and detect deviations from the specified profile, which helps to avoid unpredictable colour shifts [4].

Layout is a key stage in pre-press preparation. At this stage, it is important to ensure the correct hierarchy of information, clarity of fonts, optimal placement of images, etc., as this affects the final quality of the product.

Layout performs the functions of technical control and aesthetic optimisation simultaneously: a specialist checks whether the distances between elements comply with typography standards, whether alignment and indents are set correctly, and also controls the consistency of colour profiles and image formats.

Artificial intelligence tools greatly simplify the layout process and increase its accuracy. In particular:

1. AI systems for automatic text and image layout (e.g., Adobe Sensei in InDesign) can analyse the layout structure and suggest optimal placement options for elements in accordance with the principles of typography and visual hierarchy;
2. Models for checking compatibility and optimising files for printing analyse the layout for incompatible image formats, check colour profile compliance, and automatically suggest optimisations to reduce file size without losing quality. Such tools are integrated into modern print management platforms, including Adobe packages [5].

The next stage of pre-press preparation is preparation for printing, which ensures that the layout is technically ready for immediate printing and minimises the risk of defects in the final product. This stage includes a set of operations aimed at checking the compatibility of files with printing equipment, final colour correction, separation of files into printing inks (CMYK or additional varnishes and Pantone), as well as the formation of a printed original in the form of print-ready PDF or other standard formats. Artificial intelligence technologies allow these processes to be significantly optimised, in particular:

1. AI for automatic file verification for printing (e.g., Callas pdfToolbox or Enfocus PitStop with AI modules) allows you to detect errors in PDF files, such as incorrect fonts, colour profile mismatches, transparency, or layer issues, and offer automatic corrections;

2. Models for colour optimisation and ink separation (Adobe Sensei in Photoshop and Illustrator) analyse the layout and select the optimal settings for CMYK or Pantone reproduction, reducing the risk of colour shifts during printing;

3. AI systems for print simulation allow you to preview the final result on different media and paper types, simulating ink behaviour and coating effects, which ensures accurate prediction of the finished product's appearance [6].

Conclusion. The use of artificial intelligence technologies in pre-press preparation processes opens up new opportunities for improving the efficiency, quality and speed of production operations. Deep learning algorithm-based systems significantly optimise text editing, image processing, colour proofing, layout and file preparation for printing. They allow you to automate routine tasks, minimise the risk of technical errors and ensure high accuracy of the final result. At the same time, the role of the specialist changes: instead of performing technically repetitive operations, they focus on the creative and conceptual aspects of preparing a publication.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Бруйка, Я. В. Штучний інтелект як інструмент розвитку цифрової компетентності фахівців поліграфічної сфери. (2025): 90-93.
- [2] Хлистун І. В. Використання штучного інтелекту в журналістській освіті. Вісник науки та освіти. Серія «Педагогіка». Випуск № 4(22) 2024. С. 1583–1598.
- [3] О. Д. Долганенко, М. С. Широкопетлева, В. І. Штанько, і В. М. Репіхов, «ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ЗОБРАЖЕННЯ: ПІДРОБКА, ДОПОВНЕННЯ, ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ?», НаукПраці ВНТУ, вип. 3, Вер 2024.
- [4] Палюх О. О. Управління робочими потоками. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Технології друкованих і електронних видань» спец. 186 Видавництво і поліграфія / Укладач: О. О. Палюх ; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 182 с.
- [5] Khlynyna, Sofia. Prospects for using artificial intelligence for book layout. (2024)
- [6] TOMIĆ, Ivana, et al. Artificial Intelligence in Printing. In: International Symposium on Graphic Engineering and Design. 2022. p. 453-458.

УДК 004.42:378.147

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЙМІФІКОВАНОГО ПІДХОДУ ПЛАТФОРМИ CRYPTOZOMBIES У ФОРМУВАННІ НАВИЧОК ПРОГРАМУВАННЯ НА MOBI SOLIDITY ПРОЧУХАН Д.В (dprochuhan@gmail.com) Харківський національний університет радіоелектроніки

Досліджено ефективність гейміфікованої освітньої платформи CryptoZombies як інструменту для викладання мови програмування Solidity. Доведено, що використання ігрових елементів, інтерактивного середовища та проєктного підходу сприяє підвищенню мотивації, активізації пізнавальної діяльності та формуванню практичних навичок. Обґрунтовано, що

платформа *CryptoZombies* відповідає сучасним дидактичним вимогам та є ефективний засобом для початкового навчання програмуванню на блокчейні.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є аналіз ефективності платформи *CryptoZombies* як прикладу успішної реалізації гейміфікованого підходу у викладанні програмування.

Суть дослідження. Швидкий розвиток технологій децентралізованих додатків та блокчейну Ethereum створили високий попит на кваліфікованих розробників, що володіють мовою програмування Solidity. Однак, засвоєння цієї специфічної та складної мови, особливо для початківців, часто супроводжується значними дидактичними труднощами. Традиційні методи навчання, що базуються на лекціях та статичних вправах, часто не забезпечують достатньої мотивації та практичної орієнтації. Це призводить до низької ефективності освітнього процесу. Концепція гейміфікації в освіті широко вивчається з початку 2000-х років. Дослідження [1], [2] показують, що ігрові елементи, такі як бали, досягнення, змагання та візуалізація прогресу, позитивно впливають на внутрішню мотивацію. Студенти краще засвоюють матеріал, коли активно беруть участь у процесі, а не просто отримують інформацію пасивно. Застосування проєктного підходу та дозволяє учням будувати знання, створюючи власний продукт. Це сприяє глибокому розумінню та закріпленню матеріалу.

Для багатьох початківців вивчення програмування за допомогою підручників і лекцій стає бар'єром. Такий підхід знижує мотивацію. У світі Web3-технологій з'явилися інноваційні освітні платформи, які доводять, що навчання може бути ефективним, а й по-справжньому захопливим. Однією з таких платформ є *CryptoZombies*.

CryptoZombies — це безкоштовний, інтерактивний курс для вивчення мови програмування Solidity [3]. Ця мова є ключовою для розробки смарт-контрактів на блокчейні Ethereum. Платформа пропонує унікальний підхід, що ґрунтується на гейміфікації. Все навчання перетворюється на пригоду. Замість виконання абстрактних завдань користувачі створюють власну блокчейн-гру про зомбі. Вона дозволяє створити зомбі, модифікувати їх та змушувати їх битися. Кожен новий урок додає нові можливості, поступово знайомлячи зі складнішими концепціями Solidity. Кожен рядок коду має певне призначення і відразу ж впливає на вашу гру. Вказаний підхід дає відчуття прогресу і практичної цінності знань. Кожен успішно виконаний крок візуально відображається у грі, що створює відчуття досягнення та підтримує внутрішню мотивацію. Вбудований редактор коду з миттєвим зворотним зв'язком виключає пасивне засвоєння інформації. Надаються можливості миттєвого отримання результату і коригування помилок. Це прискорює процес навчання і дозволяє вчитися на помилках у безпечному середовищі. *CryptoZombies* не вимагає попереднього досвіду програмування або встановлення додаткового програмного забезпечення. Потрібен лише браузер та доступ до інтернету. Курс *CryptoZombies* розбитий на логічні уроки, які йдуть за принципом поступового ускладнення. Новий матеріал додається лише після повного засвоєння попереднього, що унеможливорює інформаційне перевантаження та забезпечує міцне засвоєння основ. Спочатку вивчаються основи синтаксису, а потім поступово здійснюється поступовий перехід до складніших тем, таких як взаємодія з іншими контрактами та події. Такий підхід запобігає інформаційному перевантаженню. Платформа є чудовим прикладом того, як гейміфікація може змінити освіту. *CryptoZombies* успішно долає психологічний бар'єр для тих, хто вважає програмування занадто складним. Хоча курс і не охоплює всіх аспектів розробки на блокчейні, він закладає міцний фундамент. Це ідеальний перший крок, після якого можна переходити до більш глибокого вивчення теми за допомогою традиційних ресурсів або практичних проєктів. Курс дозволяє учням не просто вивчати окремі команди, а розуміти, як вони взаємодіють між собою для створення цілісної системи. Такий підхід формує не лише знання синтаксису, а й розуміння архітектури смарт-контракту. Результати дослідження показують, що платформа *CryptoZombies* є не просто ігровою альтернативою традиційним курсам, а й повноцінним дидактичним інструментом, що базується на передових освітніх теоріях. Її перевагою є подолання психологічного бар'єру у початківців, пов'язаного зі складністю програмування.

Висновки.

Результати дослідження показують, що платформа *CryptoZombies* є не просто ігровою альтернативою традиційним курсам, а й повноцінним дидактичним інструментом, що базується на

передових освітніх теоріях. Вона демонструє високу ефективність у початковому навчанні мові програмування Solidity завдяки унікальному поєднанню гейміфікації, інтерактивності та проєктного підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Deterding S., Dixon D., Khaled R., & Nacke, L. (2011). Gamification: Toward a definition. Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems.
2. Kapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. Wiley.
3. Solidity Programming Language Official Documentation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://solidity.readthedocs.io/>

УДК 37.03:373.3:004

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ПОЧАТКОВОЇ ОСВІТИ

РЕБРОВ О., АНДРІЄВСЬКА В. (vira.andriievsk@hnpu.edu.ua)

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

У матеріалах тез висвітлено питання використання комп'ютерних ігор як засобу навчання здобувачів початкової освіти; описано загальні переваги використання комп'ютерних ігор в освіті; наведено приклади комп'ютерних ігор з математики, інформатики, української мови.

Гра у початковій школі займає важливе місце й є однією з актуальних вікових потреб здобувачів початкової освіти у пізнанні дійсності. Це зумовлює необхідність посилення уваги до організації ігрової діяльності учнів цієї вікової категорії, оскільки саме у грі виникають та формуються передумови їх навчальної активності – формування світогляду, теоретичних знань і практичних умінь тощо; розвиваються творчі мисленнєві здібності та психічні якості особистості – пам'ять, уява, самоаналіз, самоконтроль, наполегливість [1].

Дослідження гри стало предметом уваги багатьох вітчизняних і зарубіжних учених (А. Адлер, Н. Бібік, Г. Костюк, Н. Кудикіна, Ж. Піаже, О. Проскура, О. Савченко, Г. Спенсер, С. Шмаков та ін.). Так, О. Савченко звертає увагу, що саме гра охоплює усі періоди життя людини і є важливою формою її життєдіяльності. Українська педагогиня підкреслює, що особливо цінним є поєднання гри з навчальною діяльністю в початкових класах, коли складний перехід від дошкільного дитинства до школи зумовлює поступову зміну провідних видів діяльності — ігрової на навчальну [2]. На перетворення ігрових інтересів на пізнавальні під час гри вказує і Н. Бібік. Учена виокремлює кілька видів ігор, зокрема, творчі ігри та ігри за правилами (залежно від їх змістового наповнення) і зазначає, що у початковій школі широко використовуються такі підвиди зазначених вище ігор як сюжетно-рольові, ігри-вправи, ігри-драматизації, ігри-конструювання. У цьому ракурсі інноваційним Н. Бібік вважає використання в навчальному процесі комп'ютерних ігор [3].

За останнє десятиліття спостерігається значне посилення ролі комп'ютерних ігор в освіті (О. Андрощук, О. Андрусич, Л. Білоусова, Ю. Беримець, М. Бойцова, І. Ветрова, М. Гладун, В. Імбер, Н. Корсунська, Г. Ломаковська, Н. Олефіренко, Л. Остапенко та ін.). Учителі початкової школи часто використовують комп'ютерні ігри, задовольняючи у такій спосіб дитячі ігрові потреби і забезпечуючи ефективне навчання школярів. Така поширеність комп'ютерних ігор сьогодні обумовлена тим, що на даний час існує значний спектр освітніх ігор, які орієнтовані на учнів молодшого шкільного віку. Зокрема, ігрова платформа «Learning» містить серію інтерактивних завдань для учнів початкової школи з математики (рис. 1), української мови (рис. 2), англійської мови. Важливо звернути увагу, що, наприклад, завдання з математики розроблено відповідно міжнародним освітнім стандартам з математики «Common Core». На уроках математики можна скористатись і грою «Розумники» (рис. 3). Перевага використання

комп'ютерних ігор, які надають змоги підтримати базові навчальні дисципліни полягає в різноманітності варіантів ігрових навчальних завдань; привабливості форми подання матеріалу; а також наявності різних форм заохочення учнів молодшого шкільного віку. Учителю початкової школи може скористатись різними ігровими завданнями, наприклад, з математики, які розміщено на таких платформах як «Matific» (<https://www.matific.com/ua/uk/home/teachers/>), «Hoodamath» (<https://www.hoodamath.com>), «Wordwall» (<https://wordwall.net/>), «Soccer-math» (http://www.math-play.com/soccer-math.html#.U5ty6XJdW_E), «Funbrain» (<https://www.funbrain.com/videos/umigo/that-makes-10>). Доцільним є використання і освітніх ігрових додатків. Наприклад, з математики у нагоді може стати додаток «Математичні ігри» (від GunjanApps Studios).

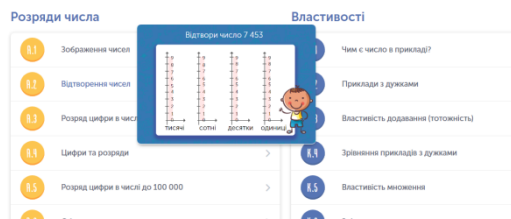


Рисунок 1 — Розділ «Математика» (<https://learning.ua/matematyka/tretii-klas/>)

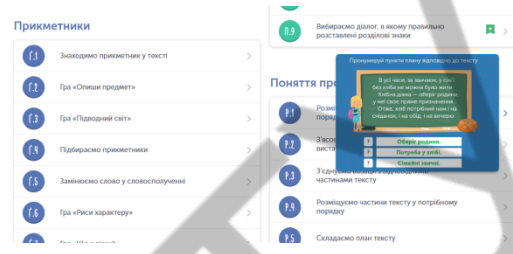


Рисунок 2 — Розділ «Українська мова» (<https://learning.ua/mova/chetvertyi-klas/>)

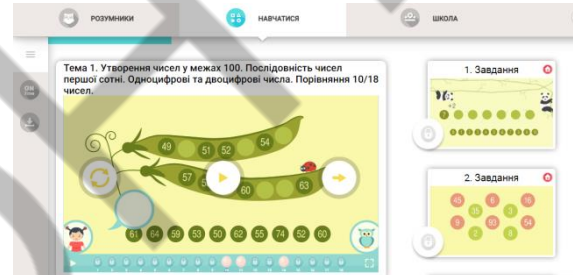
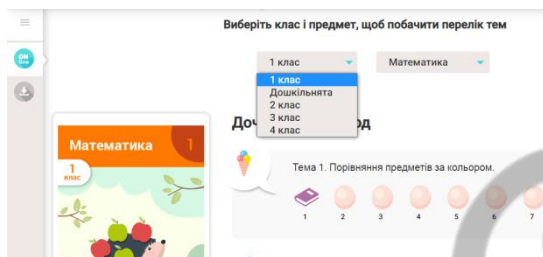


Рисунок 3 — Комп'ютерна гра «Розумники» (<https://edugames.rozumniki.com/>)

Учителю початкової школи може скористатись базою комп'ютерних ігор, яка сьогодні широко представлені в мережі й з інших предметів, наприклад, інформатика (рис. 4-5), фізична культура тощо.

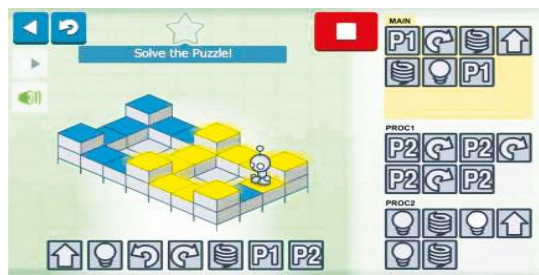


Рисунок 4 — Комп'ютерна гра «Розумні блоки» (<https://smart-blocks.github.io/#/libros>)

Рисунок 5 — Ігровий мобільний додаток «Lightbot: Code Hour»

Таким чином, знання учителем початкової школи бази комп'ютерних ігор надає змоги педагогічно обґрунтовано використовувати їх потужні дидактичні можливості, а отже успішно залучити здобувачів початкової освіти до процесу пізнання як суб'єктів навчальної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієвська В. М. Проектування дидактичних ситуацій у навчанні молодших школярів з використанням комп'ютера : дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук. : 13.00.09 "Теорія навчання". Харків, 2009. 178 с.
2. Савченко О. Я. Дидактика початкової школи: Підручник для студентів педагогічних факультетів. К.: Генеза, 2002. 368 с.
3. Бібік Н. Гра в навчанні молодших школярів: варіативність підходів до застосування. Український педагогічний журнал. 2023. № 3. С. 197-204. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2023-3-197-204>

УДК 37.01/09

АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

РИСОВАНА З.Г.¹, РИСОВАНІЙ О.М.² (rysov2211@gmail.com, rysov81524@gmail.com)

¹ Комунальний заклад "Харківський ліцей № 164 Харківської міської ради"

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Розглянуто теоретичні та практичні аспекти активізації пізнавальної діяльності у навчанні. Наведено напрямки стимулювання здобувачів освіти, переваги використання комп'ютерних ігор. Проаналізовано навчальні ігри, симулятори, стратегічні ігри та квестові ігри.

Активізація пізнавальної діяльності при використанні комп'ютерних ігор стосується методів та підходів, які за допомогою ігрових технологій роблять навчання більш ефективним, цікавим і мотивуючим [1-2].

Стимулювання здобувачів освіти направлене на самостійний пошук знань; прояву інтересу до навчання; розвитку логічного мислення, уяви, пам'яті та активної участі у навчальному процесі. Найбільших результатів при стимулюванні до навчання мають комп'ютерні ігри.

В роботі виявлені переваги використання комп'ютерних ігор. До цих переваг відносяться:

1. **Мотивація** – це ігровий формат створює зацікавленість і позитивні емоції.
 2. **Залучення уваги** – це динамічний сюжет та інтерактивність тримають учнів у процесі.
 3. **Розвиток критичного мислення** – це необхідність приймати рішення, аналізувати ситуації.
 4. **Закріплення знань** – це гра, яка допомагає повторювати матеріал у ненав'язливій формі.
 5. **Формування навичок співпраці** – використовується у командних іграх з відпрацюванням комунікативних здібностей.
- В роботі були проаналізовані:
- **навчальні ігри** (Brain Training, Duolingo, Kahoot) для розвитку пам'яті, вивчення мов.
 - **симулятори (квестові ігри** наприклад, віртуальні лабораторії) для вивчення фізики, хімії, біології.
 - **стратегічні ігри** (Civilization, SimCity) для розвитку логіки, планування та історичних знань.
 - **квестові ігри** – для закріплення знань у формі завдань і пошуку рішень.

В роботі наведено, що при активізації пізнавальної діяльності отримується психолого-педагогічний ефект у вигляді зростання **мотивації до навчання, в полегшенні** сприймання складного матеріалу через **візуалізацію та практику, прискорення розвитку пізнавальної самостійності та формуванні навичок XXI століття**: критичне мислення, креативність, співпраця.

В роботі зроблені висновки, що використання комп'ютерних ігор у навчальному процесі – це потужний інструмент активізації пізнавальної діяльності. За умови грамотного педагогічного

підходу ігрові технології сприяють кращому засвоєнню знань, розвитку особистості та підвищенню зацікавленості учнів у навчанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петренко Д. В., Куш П. П. Гейміфікація в освітньому середовищі / Житомир: Світ книги, 2023. – 276 с.
2. Склярєнко О.В., Ягодзінський С.М., Ніколаєвський О.Ю., Невзоров А.В. Цифрові інтерактивні технології навчання як невід'ємна складова сучасного освітнього процесу // Науковий журнал «Інноваційна педагогіка», Випуск 68, Т.2. – 2024. - с. 250-257.

УДК: 007:004.056.5]004.77(043.2)

АЛГОРИТМИ ХЕШУВАННЯ В ІГРОВИХ ДОДАТКАХ

РИСОВАНІЙ О.М. (rysov81524@gmail.com)

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У даному дослідженні розглядаються сучасні тенденції та перспективи впровадження використання хеш-функцій в комп'ютерних іграх. Проаналізовано області застосування хеш-функцій. При аналізі програмного забезпечення комп'ютерних ігор було виявлено, що популярними алгоритмами в іграх є прості хеш-алгоритми. Проаналізовано як переваги, так і недоліки хеш-функцій при використанні в комп'ютерних іграх.

При програмуванні ігор важливими критеріями оцінки якості гри є швидкість обробки відеокادрів. Використання хеш-функцій в ігрових додатках не є першочерговим і не повинно відповідати вимогам криптостійкості. Тому частіше застосовують некриптографічні хеші.

У роботі проаналізовано області застосування хеш-функцій [1-3]:

1. В ідентифікаторах рядків. Застосовується хешування імен ресурсів (текстур, моделей, звуків). Це необхідно для того, щоб замість довгих рядків працювати з швидкими числовими ключами.
2. При пошуку даних в хеш-таблицях. При цьому досягається швидкий доступ до ігрових об'єктів за іменем або ID. Наприклад, пошук анімації за її ім'ям.
3. При контролі цілісності файлів ігрового проекту. При цьому здійснюється перевірка завантажених ресурсів (наприклад, контрольної суми CRC32). Крім того, хеш-функції іноді застосовуються для захисту від модифікації файлів.
4. При генерації випадкового контенту. При цьому хеш-функції використовуються як основа для генераторів псевдовипадкових чисел (наприклад, procedural generation в Minecraft, Dwarf Fortress).
5. У мережевих іграх. Застосування хеш-функцій дозволяє домогтися швидкої перевірки синхронізації станів між клієнтом і сервером.

При аналізі програмного забезпечення комп'ютерних ігор було виявлено, що популярними алгоритмами в іграх є прості алгоритми:

- FNV-1a (один з найпопулярніших);
- djb2 (Денієла Бернштейна);
- Jenkins Hashes;
- SDBM hash (Simple DataBase Manager) (алгоритм, що використовується в базі sdbm);

Ці хеш-функції короткі, швидкі і дають непоганий розподіл для текстових ключів.

Основні особливості хеш-функцій FNV

Хеш-функція FNV-1 обчислюється шляхом послідовного множення кожного байта даних на константу, а потім виконання операції побітового XOR з поточним значенням хешу. Хеш-функція

FNV-1a обчислюється в зворотному порядку – спочатку виконується операція XOR з поточним значенням хешу, а потім множення на константу.

Основна частина програми на masm64 має вигляд:

hash_loop:

```
mov bl, byte ptr [rsi] ; завантаження символу
cmp bl, 0 ;
je hash_done ; якщо рядок закінчено
xor rax, rbx ; XOR hash
mov rcx, FNV_prime ; завантаження константи
mul rcx ; rdx:rax = rax * rcx
inc rsi ; збільшення адреси для підготовки наступного символу
jmp hash_loop
```

Етапи виконання алгоритму хешування djb2 (Деніела Бернштейна):

1. Призначається початкове значення хешу:

hash = 5381

2. Для кожного байта (символу) рядка виконується операція:

hash = hash * 33 + c

В оригіналі реалізують як:

hash = ((hash << 5) + hash) + c,
тому що hash * 33 = (hash << 5) + hash).

Алгоритм хешування Дженкінса

Алгоритм складається з послідовних операцій зсуву в різні боки на різну кількість розрядів і виконання операцій суми і суми за модулем 2. Ці операції отримані в результаті багаторазової зміни даних і аналізу отриманих результатів на предмет швидкості виконання і лавинного процесу.

Основна частина програми на masm64 має вигляд:

.loop:

```
lodsb ; ax = Buf1[i]
movzx rax, ax
add rbx, rax ; hash += Buf1[i]
mov rdx, rbx
shl rdx, 10 ; hash << 10
add rbx, rdx ; hash += hash << 10
mov rdx, rbx
shr rdx, 6 ; hash >> 6
xor rbx, rdx ; hash ^= hash >> 6
loop .loop
mov rdx, rbx
shl rdx, 3 ; hash << 3
add rbx, rdx ; hash ^= hash << 3
mov rdx, rbx
shr rdx, 11 ; hash >> 11
xor rbx, rdx ; hash ^= hash >> 11
mov rdx, rbx
shl rdx, 15 ; hash << 15
add rbx, rdx ; hash += hash << 15
mov Result, rbx
```

При аналізі програмного забезпечення комп'ютерних ігор визначено, що застосовуються і більш швидкі сучасні хеш-функції:

- MurmurHash (2/3) – дуже поширений в ігрових движках;
- xxHash – один з найшвидших (часто в сучасних іграх);

- CityHash / FarmHash (Google) – швидкі для великих даних;
- SpookyHash – добре підходить для 64-бітних додатків.

Звичайно, при контролі цілісності комп'ютерних програм використовуються алгоритми:

- CRC32 / CRC64 – майже стандарт для перевірки файлів і пакетів;
- Adler-32 – швидший, але слабкіший за CRC.

Як приклади використання хеш-функцій можна навести комп'ютерні ігри:

- id Tech (Quake, Doom) – використовувався case-insensitive string hash для ресурсів.
- Unreal Engine – застосовує FNV-1a для рядкових ідентифікаторів.
- Unity – активно використовує CRC32 і xxHash для кешів і серіалізації.

– Minecraft – використовує hash-коди рядків (варіація Java hashCode), а також генерацію на основі хешів.

В результаті проведеної роботи визначено, що в іграх найважливіше: швидкість (мільйони хешів в секунду); простота (кілька операцій); низький рівень колізій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рисований О.М., Ігнат'єв К.І., Рибалка Р.В., Рудаковський Д.Р. Механізм шифрування повідомлень з максимальною довжиною // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – 176 с. - С.127. Доступно: https://web.kpi.kharkov.ua/ai/wp-content/uploads/sites/249/2024/10/TEZY_IUSHI_2024.pdf (дата звернення: 5 вересня. 2025 р.).
2. Рисований О.М., Ігнат'єв К.І., Рибалка Р.В., Рудаковський Д.Р. Вибір багаточленів з максимальним періодом генерації станів // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 1421 <https://science.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2024/05/Zbirnik-tez-MicroCAD-2024.pdf>.
3. Рисований О.М. Криптостійний генератор псевдовипадкової наслідності з використанням майстер-ключа // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2024). Тези двадцять четвертої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – С.120. https://web.kpi.kharkov.ua/pim/wp-content/uploads/sites/248/2024/10/Programma_PYM_2024_09_20.pdf

УДК 004.9:615.8

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

РОМАНЮК О.Н.¹ (rom8591@gmail.com), МАЙДАНЮК В.П.
КОТЛИКС В.²

¹Вінницький національний технічний університет

²Одеський національний технологічний університет

Розглянуто перспективи розвитку комп'ютерних ігор у контексті сучасних технологій. Особливу увагу приділено графічним інноваціям, штучному інтелекту, нейроадаптивним системам, гейміфікації та інклюзивності. Окремо проаналізовано роль кольористики як інструменту емоційного впливу та адаптивність геймплею до поведінки і стану гравця. Показано значення фізичних симуляцій для формування достовірного ігрового середовища та нових типів взаємодії.

Комп'ютерні ігри продовжують стрімко еволюціонувати, перетворюючись на одну з провідних форм цифрової культури, міждисциплінарного інструмента та засобу соціальної взаємодії. Вони охоплюють надзвичайно широкий спектр застосувань — від традиційного геймінгу до серйозних ігор для навчання, психологічної терапії, бізнес-симуляцій, моделювання кризових ситуацій, нейропсихологічної реабілітації та просування інклюзивності. Перспективи

розвитку індустрії комп'ютерних ігор безпосередньо пов'язані з прогресом у галузях штучного інтелекту, графіки, віртуальної та доповненої реальності, хмарних технологій, біометрії, нейроінтерфейсів, аналізу поведінки користувача й синтезу емоційного стану. Індустрія ігор давно перестала бути вузькоспеціалізованою — вона проникає у всі сфери суспільного життя, формуючи нові цінності, моделі комунікації, підходи до освіти та навіть управління.

Одним із найпомітніших напрямів еволюції є вдосконалення візуальної складової. Застосування трасування променів у реальному часі, глобального освітлення, складних моделей віддзеркалення й розсіювання світла забезпечує фотореалістичність графіки, яка майже не поступається кіноіндустрії [1]. Гравці очікують занурення в якомога більш натуральні світи, де кожна тінь, відблиск, зміна освітлення має значення. Завдяки можливостям рушіїв Unreal Engine 5 та Unity HDRP, навіть незалежні розробники отримують доступ до інструментів кіностудійного рівня [2]. Особливо зростає роль процедурної генерації — системи автоматично створюють пейзажі, текстури, архітектурні елементи, ґрунтуючись на заздалегідь заданих правилах або навчанні моделі. Це не лише прискорює розробку, а й сприяє варіативності ігрового досвіду.

Окремої уваги заслуговує кольористика в комп'ютерних іграх. Кольорова палітра стала не лише естетичним вибором, а й засобом впливу на емоційний стан гравця, підказкою в геймплеї та елементом нарративу. Використання теплих або холодних кольорів у сценах, зміна колірної температури під час переходу між локаціями чи сюжетними фазами дає змогу формувати атмосферу, що посилює переживання. Наприклад, у жахах часто використовуються приглушені, темні тони з акцентом на червоні та зелені відтінки для створення відчуття напруги та невизначеності. Водночас у пригодницьких іграх застосовують яскраві, насичені кольори для акцентування важливих об'єктів або формування відчуття свободи. Застосування динамічної палітри дозволяє системі адаптувати зображення до часу доби в реальному світі, біоритмів користувача або до його психофізіологічного стану, що вимірюється за допомогою нейроінтерфейсів [10]. Колір стає потужним інструментом когнітивної та емоційної взаємодії в ігровому просторі.

Зі зростанням ролі кольору та форми в ігровому середовищі зростає й попит на психологів кольору, спеціалістів зі сприйняття, нейродизайнерів. Розробники дедалі частіше проводять А/В тестування палітр для визначення оптимального візуального стилю. Крім того, ігри для дітей та осіб з порушеннями сприйняття кольору використовують спеціальні режими кольорової адаптації. Це включає опції для дальтоніків (Deuteranopia, Protanopia, Tritanopia), зміни контрасту, активацію спеціального режиму з підвищеною яскравістю для користувачів з порушеннями зору [11]. Отже, кольористика вже не просто інструмент стилізації, а важливий канал комунікації між грою й гравцем, що формує емоційний ландшафт віртуального світу.

Ще одним потужним трендом є впровадження штучного інтелекту в поведінку персонажів, генерацію діалогів, адаптацію складності, побудову нелінійних сюжетів та автоматичне створення світу. AI вже не обмежується простим виявленням гравця та атакою. Сучасні NPC здатні взаємодіяти між собою, навчатися, формувати власну пам'ять та мотивацію [3]. Наприклад, ворог може «запам'ятати», що гравець завжди атакує зліва, і пристосувати свою стратегію. Застосування великих мовних моделей дає змогу створювати діалоги на рівні живої комунікації — персонаж не просто відповідає за шаблоном, а підтримує бесіду, розуміє контекст, змінює інтонацію та стиль залежно від гравця [4].

Паралельно розвиваються нейроінтерфейси, які дозволяють керувати грою за допомогою електроенцефалографічних сигналів або м'язової активності. Ці технології активно застосовуються у сфері адаптивного геймінгу, де гра аналізує емоційний стан користувача й автоматично регулює інтенсивність, складність або темп подій. Це особливо актуально в терапевтичних іграх для пацієнтів з посттравматичним синдромом, тривожними розладами або розладами концентрації [8]. Подібні системи використовують датчики серцевого ритму, потовиділення, руху очей та активність мозку, щоб надати гравцеві максимально індивідуалізований досвід. Поєднання штучного інтелекту, кольористики та біологічного зворотного зв'язку створює передумови для появи повністю адаптивних ігор — систем, які не просто розважають, а змінюються разом із гравцем.

Віртуальна (VR) та доповнена (AR) реальність відкривають новий вимір в ігровому досвіді. Гравець більше не просто спостерігає, а стає учасником світу. Розробка пристроїв нового

покоління — з високою частотою оновлення, низькою латентністю, повним оглядом та якісним зчитуванням положення тіла — створює передумови для тотального занурення. VR-ігри використовуються не лише для розваг, але й для військової підготовки, підготовки рятувальників, психологічних тренінгів, навчання хірургів [5]. AR, у свою чергу, дозволяє об'єднувати фізичну реальність із віртуальними об'єктами, створюючи нові сценарії для навчання, орієнтації в місті, архітектурного моделювання або туризму.

Cloud Gaming зменшує залежність від апаратного забезпечення. Тепер ігри можуть запускатися на будь-якому пристрої, включаючи смартфони та телевізори, при цьому самі обчислення виконуються на віддалених серверах [6]. Гравець отримує відеопотік, а всі дії передаються через мережу.

Це дає змогу вивести ігрову індустрію на новий рівень доступності, особливо в країнах із низьким рівнем технічного забезпечення. Завдяки 5G та перспективним мережам шостого покоління проблема затримок суттєво знижується.

Соціальна функція ігор також посилюється. Ігри стають платформами для спілкування, організації подій, комерційної діяльності. Метавсесвіти — це наступний етап еволюції, де гравці створюють контент, обмінюються товарами, будують бізнес і навіть заробляють на життя, не залишаючи віртуального простору [9]. Системи блокчейну та NFT дозволяють створювати унікальні предмети, власність на які може бути підтверджена й передана іншим користувачам. Це породжує нові економічні моделі, де цифрові активи стають реальними джерелами доходу.

Нарешті, важливою складовою сучасного ігрового процесу є етика, доступність та інклюзивність. Розробники дедалі більше уваги приділяють створенню інтерфейсів для людей з інвалідністю, впровадженню систем батьківського контролю, обмеженню ігрової залежності. Увага приділяється також репрезентації різних культур, статей, ідентичностей. Врахування моральних, вікових, психологічних особливостей аудиторії стає не лише етичним обов'язком, а й економічною необхідністю [11].

Важливим вектором розвитку сучасних ігор є адаптивність — здатність гри змінювати свої параметри у відповідь на дії, навички, емоційний стан або фізіологічні реакції гравця. Адаптивні ігри ґрунтуються на гнучких алгоритмах, які постійно аналізують поведінку користувача та підлаштовують геймплей у реальному часі. Це може стосуватися складності рівнів, швидкості подій, частоти появи ворогів, змісту діалогів або навіть стилістики графіки й кольорового оформлення. Метою адаптації є забезпечення постійного залучення гравця, уникнення як перенасичення інформацією, так і нудьги. Один із найпоширеніших прикладів — системи Dynamic Difficulty Adjustment (DDA), які аналізують ефективність гравця і автоматично спрощують або ускладнюють гру залежно від його прогресу [3].

Ігри нового покоління дедалі частіше застосовують біологічний зворотний зв'язок — дані про серцевий ритм, рух очей, активність кори головного мозку — для адаптації геймплею до когнітивного стану гравця. Це особливо важливо у VR-проектах, де психофізіологічне навантаження може викликати стомлення, дезорієнтацію або тривожність. Наприклад, гра може автоматично знизити темп, приглушити кольори, зменшити кількість ворогів або спростити головоломки, якщо гравець демонструє ознаки втоми чи стресу. Натомість при виявленні збудження й підвищеної уваги — гра може запропонувати інтенсивніший, складніший виклик [10].

Крім фізіологічної адаптації, існує поведінкова. Сучасні системи машинного навчання дозволяють аналізувати стиль гри користувача — наприклад, чи обирає він агресивний чи оборонний підхід, чи надає перевагу дослідженню світу або боротьбі, чи прагне соціальної взаємодії або глибокого сюжету. На основі таких патернів гра може динамічно змінювати акценти: підсилювати наратив, розширювати карту, додавати нові сюжетні гілки або підлаштовувати поведінку NPC [4].

Окремої уваги заслуговує адаптація в іграх для людей з особливими потребами. Наприклад, система може враховувати порушення моторики або зору й автоматично спрощувати керування, збільшувати шрифти, вмикати голосовий супровід або адаптувати інтерфейс до потреб користувача. Ігрова адаптивність, у цьому сенсі, є не просто технологічною функцією, а механізмом інклюзії, що дозволяє залучати до геймплею максимально широку аудиторію [11].

Адаптивні технології відкривають перспективи для створення ігор, які реагують на гравця подібно до живого співрозмовника або партнера — гри, яка відчуває, розуміє, підлаштовується та розвивається разом із користувачем. Саме це — ключ до формування майбутніх повноцінно інтерактивних, індивідуалізованих ігрових світів.

Інтеграція законів фізики в комп'ютерні ігри відіграє вирішальну роль у формуванні достовірності віртуального середовища, забезпечуючи гравцям відчуття реальності, занурення та емоційної причетності до подій. Сучасні фізичні рушії (Havok, PhysX, Bullet, Chaos Physics) здатні моделювати складні взаємодії об'єктів у тривимірному просторі, враховуючи силу тяжіння, тертя, імпульс, момент сили, деформації, зіткнення, руйнування та навіть рідини, газу чи тканини. Це дозволяє відтворити як достовірну балістику пострілу, так і точне падіння предметів, розгойдування маятника чи обвал конструкцій. У багатьох іграх закони класичної механіки використовуються не лише для візуального реалізму, а й як геймплейні інструменти — гравець має враховувати напрям сили, масу об'єкта, швидкість та опір середовища для досягнення цілі.

Особливо значущим є використання гравітації, яка може змінюватися залежно від локації, змінювати вектор або бути повністю відсутньою. Наприклад, в іграх на космічну тематику моделюється мікрогравітація, інерція в порожнечі та відсутність опору повітря — усе це змінює динаміку руху персонажа або об'єкта. Закони механіки Ньютона дозволяють розраховувати траєкторії польоту, реакцію тіла при зіткненнях, віддачу при стрільбі та вплив зовнішніх сил. У багатьох випадках симуляція враховує також третій закон Ньютона — дія і протидія — що особливо помітно в симуляторах транспорту, бойових діях або фізичних головоломках.

У сучасних іграх також активно застосовується кінематика твердих тіл, яка дає змогу реалізовувати обертання, нахили, зсуви й деформації об'єктів. У цьому контексті рушії можуть враховувати момент інерції, масовий розподіл, центр ваги, що особливо важливо в спортивних симуляторах, платформерах або інженерних головоломках, де гравець будує нестабільні конструкції.

Серед передових досягнень — використання симуляцій м'яких тіл, які дозволяють змінювати форму об'єкта без руйнування структури. Це особливо корисно для моделювання м'язів, гнучких матеріалів, автомобільних амортизаторів або органіки. Додатково застосовується симуляція тканин, яка дозволяє одягу чи прапорам природно взаємодіяти з повітрям, тілом персонажа та іншими об'єктами. Розрахунки виконується з урахуванням тензорів деформацій, коефіцієнтів еластичності й демпфування, а також напрямку вітру, руху носія й точок фіксації [2].

Окремо слід виділити гідродинаміку — моделювання рідин і газів. У сучасних іграх реалізуються системи, що обчислюють рух води, розтікання, в'язкість, тиск і поверхневий натяг. Наприклад, у симуляторах виживання чи дослідження океанів гра імітує вплив підводних течій, рух бульбашок, вплив температури на плавання. У бойових іграх зруйновані дамби чи вибухи в океані спричиняють реалістичні хвильові ефекти з урахуванням імпульсу. Газу ж моделюються з урахуванням турбулентності, дифузії та швидкості поширення — особливо важливо для вогню, диму, вибухів і хімічних реакцій.

Також у багатьох сучасних іграх реалізовані теплові процеси — горіння, нагрів, охолодження. Наприклад, об'єкти можуть змінювати колір або властивості при нагріванні; вогонь може поширюватися, враховуючи наявність горючих матеріалів і напрямку вітру. Це вимагає інтеграції термодинамічних моделей та відповідних коефіцієнтів провідності, теплоємності, випаровування. Електромагнітні явища, хоча й рідше застосовуються в іграх, також мають перспективу: імітація електропровідності, замикань, плазми, лазерів дозволяє створювати достовірні науково-фантастичні світи.

Усі ці фізичні моделі ґрунтуються на спрощених, але математично обґрунтованих алгоритмах, які реалізуються у шейдерах, обчислювальних модулях рушія або GPU. Проте баланс між фізичною достовірністю й продуктивністю залишається викликом для розробників. Надто точна симуляція вимагає значних обчислювальних ресурсів, а спрощення — може порушити занурення. Тому сучасні ігри дедалі частіше використовують гібридні підходи: попередньо обчислену фізику для фону та процедурну симуляцію для об'єктів поблизу гравця [1].

У підсумку, фізика в іграх — це не лише інструмент реалізму, а й потужний засіб формування нових типів геймплею, навчання через досвід, інтерактивного експериментування та емоційної залученості. Вона дозволяє гравцеві відчувати причинно-наслідкові зв'язки,

використовувати логіку, інтуїцію, навички спостереження й аналізу. Ігрова фізика — це приклад того, як наука стає частиною розваг, а розваги — засобом пізнання законів реального світу.

Таким чином, комп'ютерні ігри трансформуються з інструмента дозвілля у складну, інтерактивну екосистему, яка відображає та формує сучасну культуру, технології, економіку та світогляд. Їхній розвиток відбувається не лише в межах технічного прогресу, але й у площині емоційного дизайну, індивідуального досвіду та соціального впливу.

Індустрія комп'ютерних ігор має всі передумови для того, щоб у найближчі роки стати не просто частиною цифрового ландшафту, а його рушійною силою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] NVIDIA Corporation, “Real-Time Ray Tracing,” 2024. [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/rtx/raytracing>
- [2] Epic Games, “Unreal Engine 5 Documentation,” 2024. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/5.0>
- [3] J. Togelius and G. N. Yannakakis, *Artificial Intelligence and Games*, Springer, 2018.
- [4] OpenAI, “AI Agents in Gaming,” OpenAI Research Blog, 2024.
- [5] R. J. Stone, “Virtual Reality for Training: Opportunities and Challenges,” *VR in Health*, vol. 11, no. 2, pp. 45–60, 2022.
- [6] L. Wu, et al., “Cloud Gaming: Architecture and Challenges,” *IEEE Network*, vol. 36, no. 3, pp. 124–131, 2022.
- [7] M. Papastergiou, “Digital Game-Based Learning in Secondary Education,” *Computers & Education*, vol. 52, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [8] E. Fu, et al., “Video Game Treatment of Amblyopia: A Review,” *Journal of Vision Therapy*, 2023.
- [9] M. Ball, “The Metaverse: And How it Will Revolutionize Everything,” Liveright Publishing, 2022.
- [10] S. D. Grabowski, “Neurogaming: Past, Present, and Future,” *Entertainment Computing*, vol. 45, 2023.
- [11] Xbox Accessibility Guidelines, “Inclusive Gaming,” Microsoft, 2024.
- [12] Statista, “Video Game Market Revenue Worldwide 2023–2030,” 2024. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/292056/video-game-market-value-worldwide/>

УДК 004.3

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСОРІВ AMD

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com),

МАЦЕНКО Б.М. (bmacenko222@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Представлено нові процесори AMD з їхніми технологіями та характеристиками а також основними функціями, розглянуто їх сервісні, десктопні та мобільні процесори, визначено чим відрізняються сервісні, десктопні та мобільні процесори та на яких задачах спеціалізується кожен тип.

У сучасному світі комп'ютерні технології розвиваються дуже швидко, і однією з ключових моментів цього розвитку є створення нових процесорів. Саме центральні процесори визначають рівень продуктивності як персональних комп'ютерів, так і потужних серверних систем. Компанія AMD вже багато років конкурує з іншими виробниками і регулярно представляє рішення, що задають нові стандарти у сфері швидкодії та енергоефективності.

Особливу увагу заслуговують останні покоління процесорів AMD, які мають технічні рішення та практичні переваги для користувачів. Архітектура Zen 5, застосування технології 3D V-Cache, підтримка новітньої пам'яті DDR5 і високошвидкісного інтерфейсу PCIe Gen5 — усе це робить сучасні чіпи не просто швидшими, а й універсальнішими. Вони однаково добре підходять

як для повсякденних завдань і ігор, так і для наукових розрахунків, моделювання, роботи з великими даними та штучним інтелектом.

Варто відзначити, що AMD робить акцент на енергоефективності та безпеці. Завдяки новим технологіям знижується споживання електроенергії при високих обчислювальних навантаженнях, а засоби апаратного захисту забезпечують надійність і конфіденційність даних. Це особливо важливо в умовах стрімкого розвитку дата-центрів і хмарних сервісів, де поєднуються тисячі й навіть мільйони обчислювальних ядер.

Представлені на виставці Computex 2024 процесори AMD EPYC 5-го покоління (кодова назва «Turin») використовують ядро «Zen 5» з приростом IPC до 17–37%, максимальною конфігурацією **192 ядер / 384 потоків** у сокеті, підтримкою **12-канальної DDR5-6400 пам'яті**. Вони забезпечують високу енергоефективність (до 71% менше енергоспоживання та 87% менше серверів для тих самих навантажень), розширені функції безпеки (SEV-SNP, Trusted I/O, конфіденційні обчислення), частоти до ~5 ГГц у спеціалізованих SKU для AI, сумісність із роз'ємом **SP5** від Genoa та довготривалу підтримку в embedded-версіях. Це робить їх потужними, гнучкими та економічними рішеннями для дата-центрів, AI, HPC і хмарних сервісів. [1]

AMD Ryzen 9 9950X3D — флагманський процесор на архітектурі Zen 5 із технологією 3D V-Cache, має 16 ядер / 32 потоки, базову частоту ~4.3 ГГц та Boost до ~5.7 ГГц, кеш 128 МБ L3, працює на сокеті AM5 з підтримкою DDR5-5600 і має TDP 170 Вт. Завдяки великому кешу він показує відмінну продуктивність в іграх, особливо тих, що чутливі до затримок пам'яті, а також підходить для важких робочих навантажень (рендеринг, відеомонтаж, програмування). Недоліки — високе енергоспоживання й ціна, а приріст у деяких завданнях може бути незначним. [2]

AMD EPYC 9575F — це високопродуктивний серверний процесор із серії EPYC 9005 (5-го покоління, кодове ім'я *Turin*), орієнтований на задачі з великим навантаженням, зокрема для систем з GPU та AI-інференсом. Має 64 ядра / 128 потоків, базову частоту ~3.30 ГГц, можливість підвищення до ~5.00 ГГц, кеш L3 — 256 МБ, TDP ~400 Вт. Підтримує 12 каналів пам'яті DDR5 на швидкостях до ~6000 MT/s, шину PCIe 5.0 з великою кількістю ліній (x128), сокет SP5. Завдяки такій комбінації параметрів, EPYC 9575F добре працює як хост-CPU у системах із GPU, дозволяє реалізовувати щільні вузли для обчислень і AI-інференсу з мінімальним відставанням в обробці даних. [3]

AMD Ryzen 8040 Series — це нова мобільна (ноутбучна) лінійка процесорів, представлена в грудні 2023 року, яка поєднує ядра Zen 4, графіку на архітектурі RDNA 3, а також вбудований NPU (XDNA) для прискорення AI-завдань. Вони мають до 8 ядер / 16 потоків, підвищені тактові частоти до ~5,2 ГГц, та різні рівні TDP від ~15 до ~54 Вт в залежності від моделі (U-лінійка для енергоощадних, HS-для продуктивних ноутбуків). Вбудоване графічне ядро — Radeon 740M / 760M / 780M, залежно від SKU, що дає добру продуктивність без окремої відеокarti. Ключова новація — Ryzen AI, завдяки NPU, який покращує обробку штучного інтелекту в задачах типу LLM-моделей, генеративного відео/зображень, обробки аудіо, відео, допомагає знизити затримки й підвищити інтерактивність при мультитаскінгу. [4]

AMD Ryzen AI 7 350 — мобільний процесор середнього класу з лінійки Krackan Point, представлений на CES 2025. Він поєднує 8 ядер (4 продуктивних Zen 5 і 4 енергоефективних Zen 5c) та 16 потоків, забезпечуючи високу багатозадачність і швидкодію у вимогливих додатках. Базова частота процесора — ~2,0 ГГц, максимальна — до 5,0 ГГц, кеш L3 — 16 МБ, вбудована графіка — Radeon 860M (8 CU, RDNA 3.5). Основна новація — NPU (XDNA 2), що забезпечує до 50 TOPS для прискорення AI-завдань, таких як генеративне відео, зображення та обробка аудіо. Процесор підтримує DDR5-5600 / LPDDR5x-8000, інтерфейси PCIe 4.0 та USB 4.0, TDP варіюється від 15 до 54 Вт, сокет — FP8. Ryzen AI 7 350 показує високу продуктивність на ватт у багатоядерних задачах, зокрема у Blender та Geekbench 6, а ноутбуки на його базі (наприклад, Acer Swift Go 14 AI та Dell Plus 16") пропонують до 32 ГБ пам'яті, дисплеї 2K або OLED та тривалу автономну роботу. [5]

AMD Ryzen AI 5 340 — мобільний процесор середнього класу з лінійки Krackan Point, представлений у січні 2025 року. Він поєднує 6 ядер (3 продуктивних Zen 5 і 3 енергоефективних Zen 5c) та 12 потоків, що забезпечує високу багатозадачність і швидкодію у вимогливих додатках. Базова частота процесора — 2,0 ГГц, максимальна — до 4,8 ГГц, кеш L3 — 16 МБ. Вбудована графіка — Radeon 840M (4 CU, RDNA 3.5). Основна новація — NPU (XDNA 2), що забезпечує до

50 TOPS для прискорення AI-завдань, таких як генеративне відео, зображення та обробка аудіо. Процесор підтримує DDR5-5600 / LPDDR5x-7500, інтерфейси PCIe 4.0 та USB 4.0, TDP варіюється від 15 до 54 Вт, сокет — FP8. Ryzen AI 5 340 показує високу продуктивність на ватт у багатоядерних задачах, зокрема у Blender та Geekbench 6. Ноутбуки на його базі, такі як Lenovo Yoga 7 2-in-1 14AKP10, пропонують до 16 ГБ пам'яті, дисплеї 2K або OLED та тривалу автономну роботу. [6]

Серверні процесори відрізняються від десктопних та мобільних у кількох аспектах. По-перше, вони мають значно більшу кількість ядер і потоків, що дозволяє обробляти великі обсяги даних і паралельні задачі. По-друге, серверні чіпи підтримують багатоканальну пам'ять високої пропускної здатності та великі об'єми кешу, а також інтерфейси високошвидкісного вводу/виводу, такі як PCIe Gen5 і CXL, забезпечує швидке підключення GPU, SSD та мережевого обладнання. Крім того, вони оптимізовані для стабільної роботи під постійним навантаженням і мають розширені функції безпеки (SEV, Trusted I/O, Confidential Computing).

Десктопні процесори зосереджені на поєднанні високої продуктивності та енергоефективності для ігор, творчих задач і повсякденного використання, мають меншу кількість ядер, менший кеш і відповідно обмежену підтримку каналів пам'яті. Мобільні процесори оптимізовані передусім для низького енергоспоживання та тривалого часу автономної роботи, часто мають інтегровану графіку і спеціалізовані блоки для прискорення AI-задач, але мають обмежену тактову частоту та менший кеш.

Отже, серверні процесори призначені для максимальної продуктивності та масштабованості у складних обчислювальних середовищах, десктопні — для поєднання швидкодії та універсальності на ПК, а мобільні — для ефективної роботи при обмеженій енергії та компактному форм-факторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1]<https://www.amd.com/en/newsroom/press-releases/2024-10-10-amd-launches-5th-gen-amd-epyc-cpus-maintaining-le.html>
- [2]<https://www.techpowerup.com/cpu-specs/ryzen-9-9950x3d.c3993>
- [3]https://www.serversupply.com/PROCESSORS/AMD%20EPYC%2064-Core/3.3GHz/AMD/100-000001554_394757.htm?srsId=AfmBOoorwFK2xv95J80iD-nzq_fpbZVb33ZEX-r_5z16ucp02gf1Yt50&
- [4]<https://www.windowcentral.com/hardware/cpu-gpu-components/amd-ryzen-8040-series-is-all-about-ai-here-are-the-full-specs-and-how-the-new-chips-compare-to-intel>
- [5]<https://www.amd.com/en/products/processors/laptop/ryzen/ai-300-series/amd-ryzen-ai-7-350.html>
- [6]<https://www.amd.com/en/products/processors/laptop/ryzen/ai-300-series/amd-ryzen-ai-5-340.html>

УДК 004.92

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ НАВЧАННЯ

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com),

РОМАНЮК О. В. МЕЛЬНИК А.В.

Вінницький національний технічний університет

У сучасному освітньому середовищі комп'ютерні ігри [1-9] дедалі частіше використовуються як інноваційний інструмент навчання, що здатний змінити традиційні підходи до здобуття знань. Гейміфікація освітнього процесу — це впровадження ігрових елементів у навчальні середовища з метою підвищення мотивації, залученості та ефективності засвоєння знань. Її ефективність базується на природному бажанні людей до гри, змагання, досягнення цілей і отримання нагород. Згідно з дослідженнями, учні, які залучені до навчання через ігри, демонструють вищий рівень зацікавленості, кращу концентрацію уваги та швидше засвоюють матеріал [1; 2].

Однією з головних переваг використання ігор у навчанні є підвищення мотивації учнів. Ігрове середовище створює унікальні умови для навчання, у яких учень відчуває себе активним учасником процесу, а не пасивним слухачем. Наприклад, в інтерактивних освітніх платформах на кшталт Kahoot!, Quizizz або Duolingo реалізовано принцип досягнення рівнів, отримання балів і бейджів, що стимулює учнів до самостійного проходження все нових завдань [3]. Дослідження показують, що такі гейміфіковані підходи здатні зменшити страх помилитися, підвищити впевненість у своїх силах та сприяти формуванню сталого інтересу до предмета [4].

Крім мотиваційної складової, комп'ютерні ігри сприяють розвитку когнітивних і соціальних навичок. Рольові ігри, симулятори, економічні стратегії чи логічні головоломки розвивають критичне мислення, логіку, здатність приймати рішення, планувати дії, вирішувати проблеми. Наприклад, гра Civilization VI дозволяє вивчати історичні процеси, дипломатію, соціальні наслідки управлінських рішень. У свою чергу, симулятори типу SimCityEDU чи Ego навчають екологічної грамотності, управління ресурсами, командної взаємодії та оцінювання наслідків дій [1; 5].

Ігри також мають потенціал у професійній підготовці. У медичній освіті застосовують симулятори хірургічних операцій, а в авіації — тренажери для навчання пілотів. Важливою перевагою тут є безпечність експериментування — студент має змогу відпрацювати складні навички в умовах, максимально наближених до реальних, без ризику для життя чи обладнання. Використання ігор у такій формі підтримує принцип «навчання через дію», що, згідно з когнітивною теорією Д. Брунера, сприяє кращому закріпленню знань [2].

Широкі можливості відкриваються і завдяки інтеграції віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR) в ігровий контент. Такі технології дозволяють проводити віртуальні екскурсії до музеїв, досліджувати анатомію людини в об'ємному форматі або вивчати хімічні реакції, не виходячи з класу. Наприклад, додаток Google Expeditions дає змогу зануритися у вивчення історичних місць або біологічних структур у VR-середовищі. Подібні технології формують новий рівень залучення учнів та підтримують інклюзивність — можливість доступу до складних тем навіть для учнів з особливими потребами [5].

Використання комп'ютерних ігор також підсилює колаборативні навички. Багато ігор вимагають взаємодії між гравцями — кооперації, обміну інформацією, розподілу ролей. Це особливо цінно в епоху формування навичок командної роботи, які високо цінуються на сучасному ринку праці. Наприклад, багатокористувацька гра Minecraft: Education Edition дозволяє створювати проекти в команді, вивчати архітектуру, математику, логіку програмування, працюючи спільно з одногрупниками [1; 3].

Не всі комп'ютерні ігри мають достатню педагогічну цінність. Часто важко відрізнити, чи відповідає гра освітнім цілям, чи просто є формою розваги. Використання ігор потребує відповідного технічного забезпечення — комп'ютерної техніки, доступу до Інтернету, ліцензійного програмного забезпечення. Також важливо враховувати і можливі негативні наслідки надмірного захоплення іграми, зокрема ризик формування залежності або втрати інтересу до інших форм пізнання [4; 6].

Ще однією проблемою є недостатня підготовка педагогічних кадрів. Багато викладачів не мають досвіду впровадження гейміфікованих технологій у навчання або бояться втратити контроль над аудиторією. Це вимагає системної підготовки фахівців, розробки методичних рекомендацій, надання технічної підтримки та обміну досвідом між закладами освіти [5; 6].

Перспективи розвитку використання комп'ютерних ігор у навчанні залишаються значними. У найближчі роки очікується подальше зростання популярності платформ, що поєднують навчальні курси з ігровими механіками, адаптивним навчанням та елементами штучного інтелекту. Також зростає інтерес до розробки інклюзивних ігор, що враховують особливі потреби учнів із порушеннями зору, слуху чи моторики. Багато університетів та шкіл створюють власні ігрові продукти — серйозні ігри, які розробляються на замовлення для певних навчальних дисциплін або курсів.

Отже, комп'ютерні ігри є ефективним інструментом сучасного навчання, що може доповнювати і збагачувати традиційні форми викладання. Їх успішне застосування залежить від грамотного педагогічного підходу, технологічної підтримки та глибокого розуміння цілей

навчального процесу. У майбутньому роль ігор у навчанні, без сумніву, зростатиме, сприяючи створенню більш гнучкої, інтерактивної та персоналізованої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Gee, J. P. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- [2] Prensky, M. *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [3] Shute, V. J., & Ke, F. "Games, learning, and assessment." In *Assessment in Game-Based Learning*. Springer, 2012, pp. 43–58.
- [4] Papastergiou, M. "Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation." *Computers & Education*, vol. 52, no. 1, 2009, pp. 1–12.
- [5] Romero, M., Usart, M., & Ott, M. "Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills?" *Games and Culture*, vol. 10, no. 2, 2015, pp. 148–177.
- [6] Wouters, P., et al. "A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games." *Journal of Educational Psychology*, vol. 105, no. 2, 2013, pp. 249–265.
- [7] О. Н. Романюк, М. Д. Захарчук, О. В. Мельник, О. В. Романюк і С. В. Котлик, «Аналіз гексогональних ігор», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 29–30 вересня 2022 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2022, с. 139–143.
- [8] О. В. Романюк і О. Н. Романюк, «Тестування ігор: типові помилки відеоігор», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 29–30 вересня 2022 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2022, с. 140–143.
- [9] Є. Г. Станіславенко, О. Н. Романюк, А. В. Денисюк, О. М. Рейда і С. В. Котлик, «Етапи розробки персонажів у відеоіграх», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 29–30 вересня 2022 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2022, с. 145–149.
- [10] О. Н. Романюк, О. В. Романюк, О. М. Ціхановська і С. В. Котлик, «Вимоги до розробки комп'ютерних ігор», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали I Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 25–26 березня 2021 р.*, Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2021, с. 73–77.
- [11] А. Б. Форостяний, О. Н. Романюк і О. М. Ціхановська, «Гейміфікація в маркетингу», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2024: матеріали IV Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, Одеса, 26–27 вересня 2024 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2024, с. 168–170.

УДК 004.95

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ІГРОВИХ ПЕРСОНАЖІВ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНУ СКЛАДНІСТЬ ГРИ

РОМАНЮК О.Н., САЦЮК І.А. (rom8591@gmail.com, irynasatsiukk@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет,

КОТЛИК С.В. Одеський національний технологічний університет

Розглянуто як навантаження від кількості персонажів впливає на ігровий процес та як розподіляється на центральний процесор, відеокарту та оперативну пам'ять. Наведено основні методи оптимізації, що використовуються в ігровій індустрії для забезпечення високої продуктивності.

Обчислювальна складність в іграх — це сукупність ресурсів, які необхідні для забезпечення стабільного ігрового процесу та його плавності. Зазвичай, вимірюється в кадрах за секунду. Це комплексна задача, що вимагає взаємодії апаратного забезпечення з програмним. Оптимізація обчислювальної складності є важливим завданням при розробці сучасних ігор, особливо з великою кількістю NPC (Non-Player Characters) (це **персонаж у грі, яким не керує гравець**, а натомість його поведінка запрограмована або контролюється **штучним інтелектом** чи сценаріями). [1].

Процесор відповідає за обробку всієї ігрової логіки, включно з поведінкою штучного інтелекту, фізичними симуляціями (зіткнення, руйнування), обробкою гравця та взаємодією між усіма об'єктами в ігровому світі. Кожен персонаж має свою унікальну модель поведінки, яка повинна безперервно виконуватися процесором. Складність ШІ зростає не лінійно, а часто експоненційно із збільшенням кількості NPC, оскільки кожен з них може взаємодіяти з іншими [2].

Відеокарта відповідає за візуалізацію. Її головна задача — рендерінг, (перетворення 3D-моделей ігрових об'єктів у 2D-зображення, що виводяться на екран. Графічний процесор обробляє геометрію (вершини, полігони), накладає текстури, застосовує шейдери (програми для обробки освітлення та матеріалів), а також обчислює складні візуальні ефекти, такі як динамічні тіні, реалістичні відображення та атмосферні ефекти. Згідно з рекомендаціями NVIDIA [3], оптимізація рендерингу великої кількості об'єктів досягається завдяки використанню технік, таких як instancing та відсікання невидимих об'єктів (occlusion culling).

Оперативна пам'ять є тимчасовим сховищем для даних, до яких потрібен швидкий доступ. Вона зберігає 3D-моделі персонажів, їх анімації, текстури високої роздільної здатності, звукові файли та інші ресурси. Зростання кількості персонажів впливає на об'єм пам'яті - що завантажується, що може стати критичним для систем з обмеженими ресурсами. Ефективне управління пам'яттю дозволяє уникнути надмірного використання swapfile, що критично для продуктивності [4].

Збільшення числа ігрових персонажів безпосередньо впливає на кожен із цих компонентів, що призводить до зростання обчислювальної складності, яку найчастіше вимірюють падінням фреймрейту (FPS). У великих стратегіях, таких як Total War: Warhammer III, розробники застосовують складні системи групування ШІ, щоб зменшити навантаження на процесор при великій кількості NPC [5].

Нові персонажі додають навантаження на процесор. Для кожного з них необхідно не лише обчислити траєкторію руху, а й симулювати поведінку. Наприклад, в іграх жанру actionRPG чи стратегіях у реальному часі, де одночасно на екрані присутні сотні чи навіть тисячі людей, кожен з яких повинен приймати рішення, навантаження на процесор стає надзвичайно високим. Обчислювальна складність для ШІ може зрости експоненційно, оскільки кожен персонаж може взаємодіяти з усіма іншими, перевіряючи, відстань, наявність перешкод, стан здоров'я і тд. Без оптимізації це призведе до «зависання» гри, що зробить ігровий процес неможливим. У сучасних рушіях, таких як Unreal Engine 5, для оптимізації ШІ використовують ієрархічні FSM (finite state machines), що дозволяє ефективно масштабувати поведінку великої кількості NPC [6].

Зі зростанням кількості персонажів, які знаходяться в полі зору гравця, навантаження на відеокарту значно збільшується.

Дроу-колли (від англ. *draw calls*) — це інструкції, які графічний процесор (GPU) отримує від центрального процесора (CPU), щоб відмалювати певний об'єкт або групу об'єктів на екрані. Кожен унікальний об'єкт (або його частина) вимагає окремого виклику. Зростання кількості персонажів на екрані призводить до різкого збільшення дроу-коллів, що є одним із найбільших вузьких місць у продуктивності.

Навіть найпотужніші відеокарти можуть знижувати продуктивність, якщо процесор не встигає надсилати достатню кількість цих викликів. У що оптимізація drawcalls є важливою для сучасних ігор [7].

Кожен персонаж має свою 3D-модель з певною кількістю полігонів і унікальні текстури. Їх велика кількість у кадрі означає, що графічному процесору доводиться обробляти мільйони, а то й мільярди полігонів, застосовуючи до них складні шейдери для створення реалістичних матеріалів. Це вимагає значних обчислювальних ресурсів і може швидко знизити фреймрейт. Саме тому у

великих сценах застосовують LOD (Level of Detail) — зменшення деталізації для далеких об'єктів [1, 7].

Кожен персонаж вимагає певного обсягу оперативної пам'яті для зберігання своїх ресурсів, які постійно знаходяться в швидкому доступі для центрального та графічного процесорів. Це включає 3D-моделі, анімаційні послідовності, текстури високої роздільної здатності, звукові файли і тд. Якщо в ігровій сцені одночасно присутні сотні персонажів, сукупний об'єм даних може перевищити доступну оперативну пам'ять, що призведе до використання повільного файлу підкачки на диску, викликаючи різке падіння продуктивності та тривале завантаження. У сучасних іграх, таких як Microsoft Flight Simulator, частину обробки NPC та ресурсів передають у хмару, що дозволяє зменшити локальні вимоги до пам'яті [8].

Для зменшення навантаження на центральний процесор застосовується рівень деталізації [9]. Це означає, що для персонажів, які знаходяться далеко від гравця, використовуються спрощені алгоритми поведінки, або вони взагалі переходять в сплячий режим, поки не наблизяться. Також використовується групування III, коли поведінка групи персонажів обчислюється як єдине ціле.

Персонажі, що знаходяться далеко від камери, рендеряться з моделями, що мають меншу кількість полігонів і текстурами нижчої роздільної здатності. Це значно знижує навантаження на графічний процесор.

Техніка Instancing, дозволяє рендерити множини однакових об'єктів за допомогою одного дроу-колла, значно зменшуючи навантаження на графічний процесор і покращуючи продуктивність [3, 7].

Об'єкти, які не видно з поточного ракурсу камери (ті, що знаходяться за певним об'єктом), не рендеряться. Це дозволяє графічному процесору не витрачати ресурси на об'єкти, які гравець не бачить.

Ефективне управління пам'яттю передбачає зберігання кількох типів даних в одному блоці для зменшення витрат та асинхронне завантаження ресурсів. Це дозволяє завантажувати великі обсяги даних, не блокуючи основний потік виконання гри, що забезпечує плавний перехід між сценами [4].

Таким чином, вплив кількості ігрових персонажів на обчислювальну складність гри є комплексним, що охоплює центральний, графічний процесори та оперативну пам'ять. Успішна розробка сучасних ігор з великою кількістю персонажів залежить не лише від потужності апаратного забезпечення, але й від умінь розробників використовувати ефективні методи оптимізації. Ці методи дозволяють забезпечити високу продуктивність навіть у найскладніших ігрових сценаріях, що є запорукою успіху гри на сучасному ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. Gregory, *Game Engine Architecture*, 4th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2021.
- [2] M. Buckland, *Programming Game AI by Example*. Burlington, MA, USA: Jones & Bartlett Learning, 2005.
- [3] NVIDIA, "Advanced Character Physics," *GPU Gems*, [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/gpugems/gpugems/part-vi-beyond-triangles/chapter-28-advanced-character-physics>
- [4] R. Nystrom, *Game Programming Patterns*. Genever Benning, 2014.
- [5] Creative Assembly, "Total War: Warhammer III – Technical Blog," 2022. [Online]. Available: <https://www.totalwar.com/blog/>
- [6] Epic Games, "AI Optimization," *Unreal Engine Documentation*, ver. 5.0, [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/>
- [7] T. Akenine-Möller, E. Haines, and N. Hoffman, *Real-Time Rendering*, 4th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2018.
- [8] Microsoft, "Microsoft Flight Simulator: Cloud AI and NPCs," [Online]. Available: <https://www.flightsimulator.com/>
- [9] S. Rabin, Ed., *Game AI Pro: Collected Wisdom of Game AI Professionals*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2015.

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПАМ'ЯТІРОМАНЮК О.Н.¹ (rom8591@gmail.com), СТАХОВ О. Я.¹ (aleksey.stahov@gmail.com),

КОВАЛЬОВА Ю. О. (kovalova.ua@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет,

Smart Alpaca LLC (США)

Розглянуто питання використання комп'ютерних ігор як засобу покращення пам'яті. Аналізуються механізми впливу ігор на когнітивні функції, зокрема на робочу, епізодичну та процедурну пам'ять.

У сучасному інформаційному суспільстві, де когнітивне навантаження стрімко зростає, зростає і потреба в ефективних методах покращення пам'яті. Традиційні підходи до когнітивного тренування поступово доповнюються або замінюються цифровими технологіями, зокрема гейміфікованими програмами. Комп'ютерні ігри, які довгий час сприймалися як форма розваги, дедалі частіше використовуються як інструмент для розвитку когнітивних функцій, зокрема пам'яті. Різні типи комп'ютерних ігор здатні впливати на різні аспекти пам'яті: робочу, довготривалу, епізодичну та процедурну. У стратегіях реального часу гравець змушений утримувати в пам'яті численні змінні: розташування об'єктів, поведінку супротивника, ресурси — це тренує оперативну пам'ять. У сюжетних пригодницьких іграх гравець запам'ятовує численні деталі історії, діалоги, розгалуження сюжетів, що стимулює епізодичну пам'ять. У платформерах та аркадних іграх з повторюваними діями активується процедурна пам'ять, яка формується через багаторазове виконання дій. Психонейрофізіологічні дослідження показують, що активне використання ігор сприяє формуванню нових синаптичних зв'язків у структурах гіпокампа, який відповідає за формування довготривалої пам'яті [1]. Зокрема, дослідження Bavelier та Green виявили підвищення активності в префронтальній корі та гіпокампі у геймерів, які регулярно грають в екшн-ігри [2]. Дослідження показало збільшення об'єму сірої речовини у гіпокампі після двомісячної гри в Super Mario у дорослих учасників [3]. Одним з найбільш переконливих доказів ефективності є робота [4], де продемонстровано покращення пам'яті у літніх людей після гейміфікованого тренінгу. Ігри здатні не лише тренувати пам'ять, але й викликати мотивацію до регулярних вправ, що критично важливо для сталого ефекту. Гейміфікація, яка активує дофамінову систему, формує позитивні підкріплення, що стимулює користувача повертатися до тренувань, а не відкладати їх. Зокрема, це важливо у випадку з літніми людьми, для яких традиційні вправи можуть бути монотонними або важкими для розуміння. У геронтології ігри типу Brain Age або NeuroRacer застосовуються як інструмент для збереження когнітивних функцій та профілактики когнітивного спаду. У контексті шкільної освіти ігри типу Thinkrolls або логічні головоломки використовуються для покращення уваги та короточасної пам'яті дітей. Важливо підкреслити, що ефективність ігор залежить від їхнього дизайну, складності та відповідності віковим особливостям користувачів. Крім того, надмірне використання комп'ютерних ігор може викликати залежність, порушення сну або тривожні стани, що, навпаки, шкодить когнітивному здоров'ю. Тому необхідно дотримуватись балансу та використовувати ігри як допоміжний інструмент, а не основну терапію. Існує потреба в розробці сертифікованих когнітивних тренажерів, які базуються на доказовій нейропсихології, мають адаптивні алгоритми, ведуть статистику прогресу та забезпечують зворотний зв'язок. Сучасні підходи в цьому напрямку представлені платформами CogniFit, Lumosity, BrainHQ, які пропонують персоналізовані програми тренування пам'яті, адаптовані під конкретні потреби користувача [5]. Застосування таких рішень у реабілітаційних центрах, освітніх установах та домашньому середовищі є перспективним напрямом розвитку цифрової медицини та педагогіки. На державному рівні доцільно впроваджувати політики підтримки таких технологій у рамках програм цифрового здоров'я, інклюзивної освіти та активного старіння. Таким чином, комп'ютерні ігри, за умови науково обґрунтованого підходу до їх вибору та впровадження, можуть виступати ефективним засобом покращення пам'яті, підвищення якості життя та розширення когнітивних можливостей населення

різних вікових категорій. Подальші дослідження мають бути зосереджені на порівняльному аналізі типів ігор, тривалості інтервенцій та довгостроковому ефекті на нейропластичність.

Перспективи використання комп'ютерних ігор для покращення пам'яті є багатовекторними, охоплюючи освіту, медицину, цифрову терапію, нейротехнології та штучний інтелект. Однією з ключових перспектив є інтеграція гейміфікованих вправ у формальні освітні програми різних рівнів – від початкової школи до університетів. Завдяки високому рівню залученості учнів, ігри здатні покращити не лише короткочасну, а й довготривалу пам'ять, активізуючи процеси кодування, закріплення та відтворення інформації. У контексті спеціалізованої освіти зростає роль когнітивних симуляцій, що дозволяють оперувати складними поняттями через ігрову взаємодію. Іншою важливою перспективою є розвиток цифрових терапевтичних інструментів для нейрореабілітації та геронтології. Ігри вже сьогодні використовуються як засіб профілактики деменції, тренування когнітивних навичок у літніх людей та відновлення пам'яті після черепно-мозкових травм або інсультів. Розширення функціоналу VR-ігор та гейміфікованих платформ відкриває можливості для створення індивідуалізованих програм стимуляції нейропластичності. Особливо перспективним є впровадження ігор, схвалених регуляторними органами охорони здоров'я, як-от FDA, для застосування у клінічній практиці. Значні очікування пов'язані з розвитком нейроінтерфейсів та BCI-технологій, які дозволяють поєднувати комп'ютерні ігри з реєстрацією електричної активності мозку в реальному часі. Завдяки цьому можливе точне налаштування складності та інтенсивності ігрових завдань залежно від когнітивного стану користувача, що відкриває нові горизонти в індивідуальній реабілітації та навчанні. Ще один перспективний напрям – інтеграція штучного інтелекту в дизайн ігор. ШІ може аналізувати стиль гри, виявляти слабкі когнітивні зони, автоматично підбирати завдання для тренування певного типу пам'яті та формувати прогнози ефективності. Відповідно, створюються умови для персоналізованого підходу до когнітивного розвитку, який враховує динаміку змін і надає зворотний зв'язок у реальному часі. У сфері соціальної політики важливими перспективами є впровадження ігрових рішень у національні програми цифрового здоров'я, активного довголіття, інклюзивної освіти та психологічної підтримки вразливих груп населення. Наукове середовище поступово переходить до глибшого аналізу нейрофізіологічних механізмів дії ігор на структури мозку, зокрема гіпокамп і префронтальну кору, що відповідають за процеси запам'ятовування, увагу та планування. У майбутньому очікується зростання кількості міждисциплінарних досліджень, які поєднуватимуть дані когнітивної психології, нейронауки, педагогіки, медичної інформатики та ігрового дизайну. Таким чином, комп'ютерні ігри мають потенціал стати повноцінним інструментом розвитку пам'яті, підтримки когнітивного здоров'я та підвищення якості життя різних вікових і соціальних груп за умови науково обґрунтованого та етично врегульованого впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. P. Byrnes and B. A. Fox, "The educational implications of neuroscience research on executive functions," *Educational Psychologist*, vol. 33, no. 3, pp. 129–139, 2019.
- [2] D. Bavelier and S. Green, "Action video game modifies visual selective attention," *Nature*, vol. 423, no. 6939, pp. 534–537, 2003.
- [3] S. Kühn et al., "The impact of video game training on the brain's structure and function," *Molecular Psychiatry*, vol. 19, no. 2, pp. 265–271, 2014.
- [4] J. A. Anguera et al., "Video game training enhances cognitive control in older adults," *Nature*, vol. 501, no. 7465, pp. 97–101, 2013.
- [5] J. R. Anderson and D. L. Schunn, "Cognitive psychology and its implications for instructional design," *Journal of Cognitive Enhancement*, vol. 2, no. 1, pp. 25–36, 2018.

НАЙПОПУЛЯРНІШІ МАТЕМАТИЧНІ КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com)

СТЕПАНЕЦЬ М.В. (marinastepanec61@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто найпопулярніші комп'ютерні ігри.

Комп'ютерні ігри [1-3] є не лише розвагою, а й потужним засобом розвитку логічного та абстрактного мислення. Особливе місце серед них займають математичні ігри, адже вони поєднують захопливість процесу з інтелектуальним тренуванням. Такі головоломки, як sudoku, танграм чи шахи, базуються на математичних закономірностях і водночас навчають гравців уважності, стратегічного планування та пошуку нестандартних рішень. Вони демонструють, що математика може бути цікавою, практичною і творчою дисципліною, а не лише сухою наукою з підручників.

Судокю – це головоломка, яка користується високою популярністю з 2005 року. Щоб розгадати головоломку судокю, потрібно використовувати комбінацію логіки та методу спроб і помилок. За лаштунками задіяно більше математики: комбінаторика, що використовується для підрахунку дійсних сіток судокю, теорія груп, що використовується для опису ідей про те, коли дві сітки еквівалентні, та обчислювальна складність, пов'язана з розв'язанням судокю [1].

Стандартна версія судокю складається з квадратної сітки 9×9 , що містить 81 клітинку. Сітка поділена на дев'ять блоків 3×3 . Деякі з клітинок заповнені числами з множини $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$. Ці заповнені клітинки називаються заданими. Мета полягає в тому, щоб заповнити всю сітку, використовуючи дев'ять цифр, так щоб кожен рядок, кожен стовпець і кожен блок містив кожне число рівно один раз.

Вище описана головоломка називається судокю рангу 3. Судокю рангу n — це квадратна сітка розміром $n^2 \times n^2$, розділена на n^2 блоків, кожен розміром $n \times n$. Числа, що використовуються для заповнення сітки: $1, 2, 3, \dots, n^2$, і одне головне правило.

Ось приклад головоломки судокю (рис. 1) та її рішення (рис. 2):

			8					
4				1	5		3	
	2	9		4		5	1	8
	4					1	2	
			6		2			
	3	2					9	
6	9	3		5		8	7	
	5		4	8				1
					3			

Рисунок 1 – Приклад судокю

3	1	5	8	2	7	9	4	6
4	6	8	9	1	5	7	3	2
7	2	9	3	4	6	5	1	8
9	4	6	5	3	8	1	2	7
5	7	1	6	9	2	4	8	3
8	3	2	1	7	4	6	9	5
6	9	3	2	5	1	8	7	4
2	5	7	4	8	9	3	6	1
1	8	4	7	6	3	2	5	9

Рисунок 2 – Приклад вирішеного судокю

Танграм (рис. 3) — це головоломка, яка складається з семи гральних кісток — плоских геометричних фігур, які називають тангами, що складаються у різні форми. Завдання головоломки — створити задану форму (на підставі лише обрису силуету) з використанням всіх семи танів, які заборонено накладати один на одного. Це одна з найбільш популярних головоломок такого типу у світі [2].

Лише з текстів XIX століття було створено понад 6500 задач для танграму, і ця кількість постійно зростає. Водночас відомо, що кількість фігур є кінцевою.

Fu Traing Wang та Chuan-Chin Hsiung у 1942 році довели, що існує лише 13 опуклих конфігурацій танграму (тобто таких, у яких будь-який відрізок, проведений між двома точками на межі, повністю проходить через тіло фігури) [2].

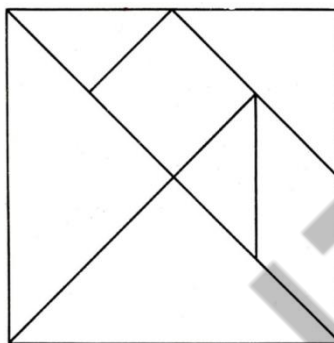


Рисунок 3 – Танграм

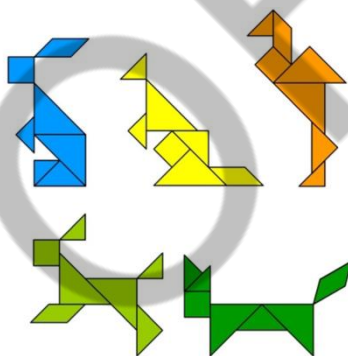


Рисунок 4 – Складений танграм

Шахи — це не просто гра інтуїції та досвіду; це також глибоко математична гра. Від розташування дошки до способу розрахунку ходів гравцями, математика відіграє ключову роль у формуванні стратегій [3].

Шахова дошка є сіткою 8×8 (рис. 5), що одразу вводить геометричні уявлення. Рух фігур відповідає певним геометричним візерункам. Наприклад, кінь рухається у формі літери «Г», охоплюючи два поля в одному напрямку та одне поле перпендикулярно, тоді як слони рухаються по діагоналі. Просторове мислення стає критично важливим, адже гравці мають не лише обчислювати ходи, а й оцінювати ситуацію на дошці з урахуванням симетрії та стратегічного контролю над полем [3].



Рисунок 5 – Шахова дошка

Математичні комп'ютерні ігри — це поєднання навчання та відпочинку. Вони розвивають логіку, просторову уяву та вміння прогнозувати наслідки своїх дій. Судoku вчить знаходити закономірності, танграм формує геометричне мислення, а шахи розкривають глибину стратегічного планування. Завдяки таким іграм гравці отримують не лише задоволення, а й важливі навички, що допомагають у навчанні та повсякденному житті. Отже, математичні ігри є доказом того, що інтелектуальні розваги можуть бути цікавими, корисними і завжди актуальними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] М. Махмуд, «Математика судoku: Вступ до судoku», Cornell University, 2009. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pi.math.cornell.edu/~mec/Summer2009/Mahmood/Intro.html>
- [2] «Танграм», Вікіпедія: вільна енциклопедія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Танграм>
- [3] «Шахи та математика: зв'язок», House of Staunton. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.houseofstaunton.com/chess-blog/chess-and-math/>

УДК 004.4'2:004.9

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ ГРИ "GEOMETRY STRIKE"

РЯБЦЕВ Ю.Є., (uyarakto25@gmail.com),

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У даних тезах описано створення мобільної аркадної гри «Geometry Strike», розробленої на Unity. Показано основні ігрові механіки, архітектуру магазину для кастомізації персонажа, технічні рішення та подальші напрями розвитку. Наведено результати тестування та оцінку працездатності прототипу.

Постановка проблеми. Сучасні мобільні аркади мають високу конкуренцію; важливо створити просту, але «затягуючу» механіку, яку легко освоїти, але складно опанувати. Також важливо передбачити елементи кастомізації та монетизації, що не псуєть ігрового балансу.

Завдання, поставлені в роботі:

- розробити базову механіку керування (зміна напрямку руху по натисканню);
- створити систему рівнів із зростаючою складністю;
- реалізувати інтерфейс головного меню і магазину (скини/кольори);
- впровадити підрахунок смертей та статистику;
- реалізувати просту схему монетизації (винагороди за перегляд реклами для розблокування предметів).

Методи та інструменти. Рушій: Unity (версія 2023.2.20f1). Мова програмування: C#. Для UI використані Canvas, Button, Image, GridLayoutGroup; для графіки — 2D-спрайти і прості шейдери/матеріали; для ефектів — TrailRenderer і стандартна система частинок Unity. Збереження налаштувань і прогресу — PlayerPrefs (для прототипу).

Реалізація (коротко). Гра була створена за наступним планом .

Основна механіка — фігура (стрілка/трикутник), що рухається по лінії; при натисканні гравець змінює траєкторію. Колізії з шипами/перешкодами призводять до смерті і респауну на контрольній точці. Для лінії руху використано **TrailRenderer** (для візуалізації сліду) та кастомні колайдери для перевірки попадання в небезпечні області.

Магазин (детально).

Магазин дозволяє змінювати *скини* персонажа та його *кольори*. Основні технічні рішення:

1. UI-розмітка:

Canvas - Panel (фон магазину) - GridLayoutGroup для блоків товарів.

Кожен елемент магазину — prefab ShopItemButton зі складаними елементами: Image (іконка скина), Label (назва), Overlay (locked), Button (select/buy/watchAd).

2. Дані товарів:

Використано ScriptableObject (SkinData) для зберігання властивостей скина: id, відображення (Sprite), тип (безкоштовний/платний), cost (якщо платний), adUnlockCount (кількість переглядів відео для розблокування). Це дозволяє зручно додавати нові скини без зміни коду.

3. Збереження:

Стан розблокування зберігається в PlayerPrefs (ключ skin_unlocked_{id}), вибраний скин — PlayerPrefs.SetInt("selected_skin", id).

4. **Менеджер магазину (ShopManager):** завантажує список SkinData з ресурсу, створює кнопки, обробляє події вибору та застосування скина до гравця.

5. **Візуалізація заблокованих предметів:** затемнення + іконка замка + значок відео з числом (скільки переглядів потрібно).

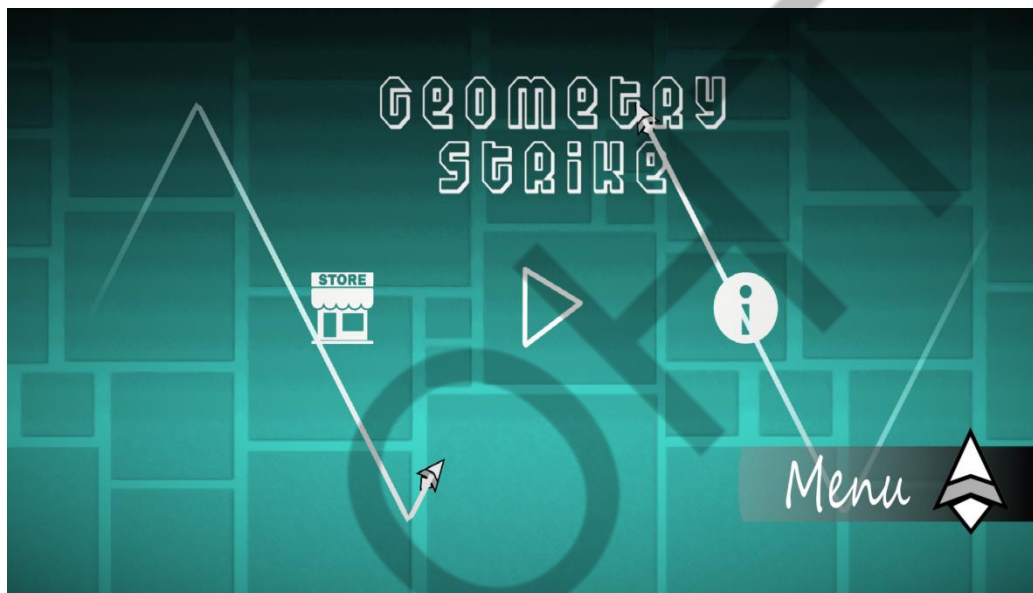


Рис. 1. Меню

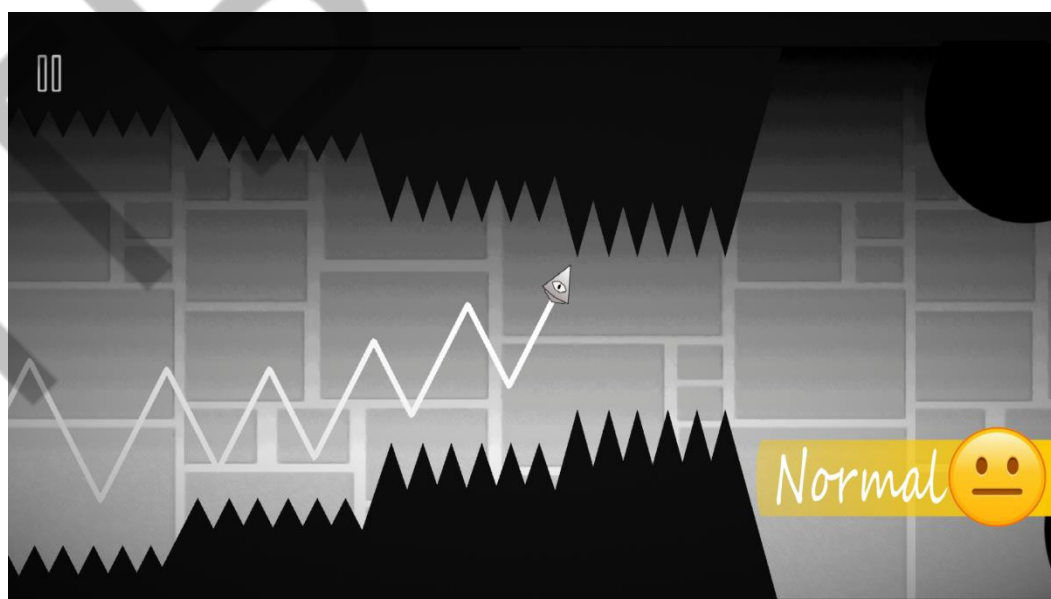


Рис. 2. Геймплей

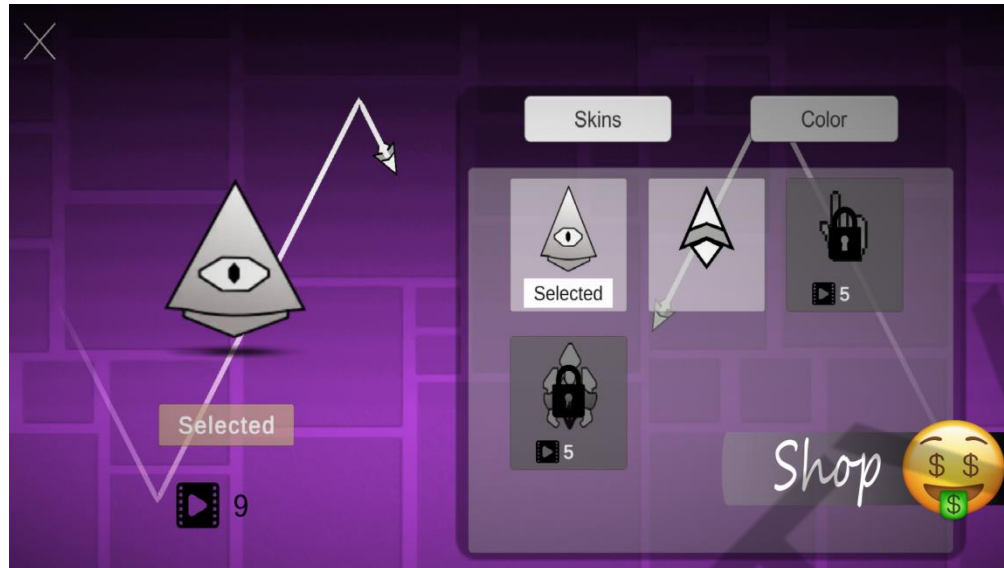


Рис. 3. Магазин

Тестування та результати. Прототип був зібраний і протестований на Android-пристроях. Показники: стабільність на 60–90 FPS залежно від пристрою, коректна робота магазину, збереження вибраних скинів, нагороди за перегляд реклами працюють в тестовому режимі. Прототип охоплює базову ігрову механіку, меню, магазин та 3 тестових рівні.

Висновки. Розробка гри «Geometry Strike» продемонструвала можливість за короткий термін створити працездатний мобільний прототип з основними механіками, магазином та базовою монетизацією через перегляд реклами. Отримані результати можуть послужити основою для подальшого розвитку проєкту та навчальних робіт зі створення ігор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Unity Technologies. *Unity Documentation*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://docs.unity.com>
- [2] J. Gregory, *Game Engine Architecture*, 3rd ed., A K Peters/CRC Press, 2018.
- [3] R. Nystrom, *Game Programming Patterns*, 2014.

УДК 004.4+378

ПРОЄКТУВАННЯ ГРИ ЗА МОТИВАМИ УКРАЇНСЬКОЇ МІФОЛОГІЇ В ЖАНРІ МЕТРОЇДВАНІЯ

РЯПОВ Р. Є., СТРЮК А. М. (andrii.striuk@knu.edu.ua)
Криворізький національний університет

Метою роботи є створення гри з освітньо-культурним наповненням, яка поєднує ігрову механіку жанру метроїдванія та національні елементи фольклору України. В основі наративу покладено ідею трисвітності: Яви, Нави та Прави. Головний герой – «двоєдушник», що водночас належить до світу живих і світу мертвих. Гра розроблена на Unreal Engine 5 та в яскравій і динамічній формі має знайомити з народними віруваннями прадавніх українців.

Комп'ютерні ігри виконують не лише розважальну функцію, вони також використовуються як засіб передачі знань, збереження культурної спадщини та формування національної ідентичності. В умовах зростання суспільного інтересу до української міфології актуальним стає створення тематичних ігрових продуктів, що відображають національні фольклорні мотиви у

доступній, інтерактивній формі. Українська міфологія, незважаючи на свою глибину та унікальність, залишається недостатньо представленою у масовій культурі, особливо в сегменті цифрових ігор. Використання образів, персонажів та сюжетних архетипів українського фольклору у відеогрі надає можливість не лише створити захопливий ігровий досвід, а й привернути увагу молоді до культурних коренів свого народу.

Метою нашого дослідження стала розробка комп'ютерної гри в жанрі метроїдванія, сюжет і візуальний стиль якої базуються на українській міфології. Гра має поєднувати класичну ігрову механіку з елементами дослідження, боїв та розвитку персонажа у нелінійному світі.

Світовий досвід показує, що відеоігри здатні ефективно популяризувати міфологію та фольклор. Яскравим прикладом є серія «The Witcher» (CD Projekt Red) [1], заснована на романах Анджея Сапковського, що спираються на польський та загальнослов'янський фольклор. Гравці знайомитимуться з образами полудениць, лісовиків, упирів, відьом тощо. Гра стала світовим хітом, а персонажі слов'янської міфології – відомими у всьому світі. Ще один приклад – серія «Assassin's Creed» (Ubisoft) [2], що дозволяє гравцям досліджувати різні історичні епохи, культури та релігії, наприклад, Стародавній Єгипет, Грецію або Скандинавію. В іграх не тільки реконструюються архітектура та побут, а й інтегруються елементи вірувань та міфології, які мають великий пізнавальний потенціал. Проте, ці Action-RPG ігри є AAA-проектами, створені великими студіями. Для нашої задачі ми обрали більш простий в технічному плані, але не менш цікавий, жанр ігор – метроїдванія.

Жанр метроїдванія (англ. «Metroidvania») виник на перетині класичних платформерів, пригодницьких ігор та рольових елементів, поєднуючи їхні найхарактерніші особливості [3]. Цей жанр – чудова платформа для інтерактивного міфотворення. Його гнучкість, відкритість до наративних експериментів, здатність вибудовувати довгу й глибоку емоційну арку робить його ідеальним вибором для адаптації української міфології у вигляді комп'ютерної гри.

Жанр метроїдванія має ряд характерних рис, що сформувалися протягом десятиліть еволюції ігрового дизайну:

- нелінійний світ, що поступово розкривається, чим спонукає гравця до повторного відвідування локацій та дозволяє геймдизайнерам вибудовувати глибокий інтерактивний наратив;
- розвиток персонажа через механіку, під час якого персонаж не просто накопичує досвід або покращує характеристики, як у звичних RPG, але й набуває нових здібностей, що прямо змінюють спосіб дослідження світу;
- розкриття сюжету через ігровий простір: природу, архітектуру, візуальні підказки, позиції ворогів та інших об'єктів;
- акцент на атмосфері, звуковому оформленні, стилі графіки;
- метод "гейтинга" (gating) – обмеження прогресу через відсутність певного інструменту, здібності чи знання, що стимулює глибше дослідження ігрового світу.

Головним героєм нашої гри став «двоєдушник» – персонаж, що водночас належить до світу живих і світу мертвих. У традиційних українських віруваннях двоєдушники були наділені здатністю бачити духів, переходити між вимірами та спілкуватися з потойбіччям. Така подвійна природа створює внутрішній конфлікт, який гравець переживає разом із героєм: людське начало змагається з демонічною сутністю, що поступово пробуджується. Саме ця особливість формує унікальну геймплейну динаміку: одні здібності герой може застосовувати лише у світі живих, інші – лише у світі духів. Крім того, перехід між цими світами стає не лише механікою, а й важливою складовою сюжету.

Наратив гри базується на концепції української трисвітності: Яви, Нави та Прави. Герой проходить ініціаційний шлях, зустрічаючи на своєму шляху істот української міфології: Мавку, Вія, Чугайстра, Домовика, Песиголовця, Жар-птицю та багатьох інших. Кожна зустріч з такими персонажами розкриває не лише сюжет, а й певні аспекти духовного шляху героя. «Босами» виступають потужні сутності, що охороняють переходи між світами або блокують спогади самого героя. Кожен з них має символічне значення та відображає страхи або випробування, пов'язані з подвійною природою двоєдушника.

Візуально гра стилізована під українське народне мистецтво: графіка черпає натхнення з орнаментів, дереворитів, вишивки та писанкарства. Кольорова палітра обмежена, з акцентом на світло-тіньовий контраст, що створює атмосферу казковості та містики. Музичне оформлення

ґрунтується на автентичному фольклорі. Звукові ефекти створюють ілюзію перебування в архаїчному лісі — чути шепіт вітру, тріск гілок, далекі голоси, що нагадують обрядові пісні.

Збереження прогресу реалізовано через контрольні точки — намети з ліжками, що розташовані в безпечних зонах. Саме у ліжках гравець не лише відпочиває та відновлює сили, а й бачить символічні сні, у яких розкриваються фрагменти давніх легенд і підказки для подальшого проходження.

У грі також планується реалізувати спеціальний глосарій, що містить пояснення ключових міфологічних понять: від назв істот і духів до традиційних символів, магічних обрядів і концептів потойбічного світу. Гравець зможе дізнатись, хто такий Чугайстер, чому Песиголовець був втіленням страху перед чужинцем, що символізують тризуб, обереги, мак чи калина, а також як саме функціонували народні уявлення про Яву, Наву та Праву. Планується органічно вбудувати глосарій у геймплей, щоб кожна нова зустріч або знахідка відкрила новий термін, що зробить процес пізнання природним і мотиваційним.

В якості ігрового рушія було обрано Unreal Engine 5 завдяки його потужності та можливостям. Гра розробляється під платформу ПК із перспективою портування на консолі. Мовна підтримка включає українську як основну мову, а також англійську для потенційної міжнародної аудиторії.

У рамках розробки основних класів програмних модулів проєкту було реалізовано надзвичайно детальну, багатоетапну логіку поведінки персонажів у грі на рушії UE5 із використанням Blueprints (рис. 1). Центральними вузлами цієї комплексної архітектури виступають три класи: BP_CharParent, BP_Hero та BP_Soul, кожен із яких виконує свою чітко окреслену роль у загальній ігровій структурі та взаємодії з іншими компонентами через події сигнали, змінні та таймери, реалізовані засобами рушія. BP_CharParent слугує фундаментом для всіх похідних персонажів у грі. Саме тут закладається центральна механіка отримання шкоди, що відбувається через функцію ReceiveDamage. BP_Hero реалізує весь спектр управління персонажем до його можливої загибелі. Однією з найбільш оригінальних механік, реалізованих у BP_Hero, є можливість «відродження» за допомогою душі. Якщо після смерті героя гравець керує BP_Soul і активно збереження виявлено, відбувається зворотний процес переселення: створюється новий актор BP_Hero у тій же точці, де перебуває душа, гравцю передається контроль над цим актором, а душа одразу знищується. Рлас BP_Soul, що демонструє особливий тимчасовий режим, у який потрапляє гравець після смерті героя.

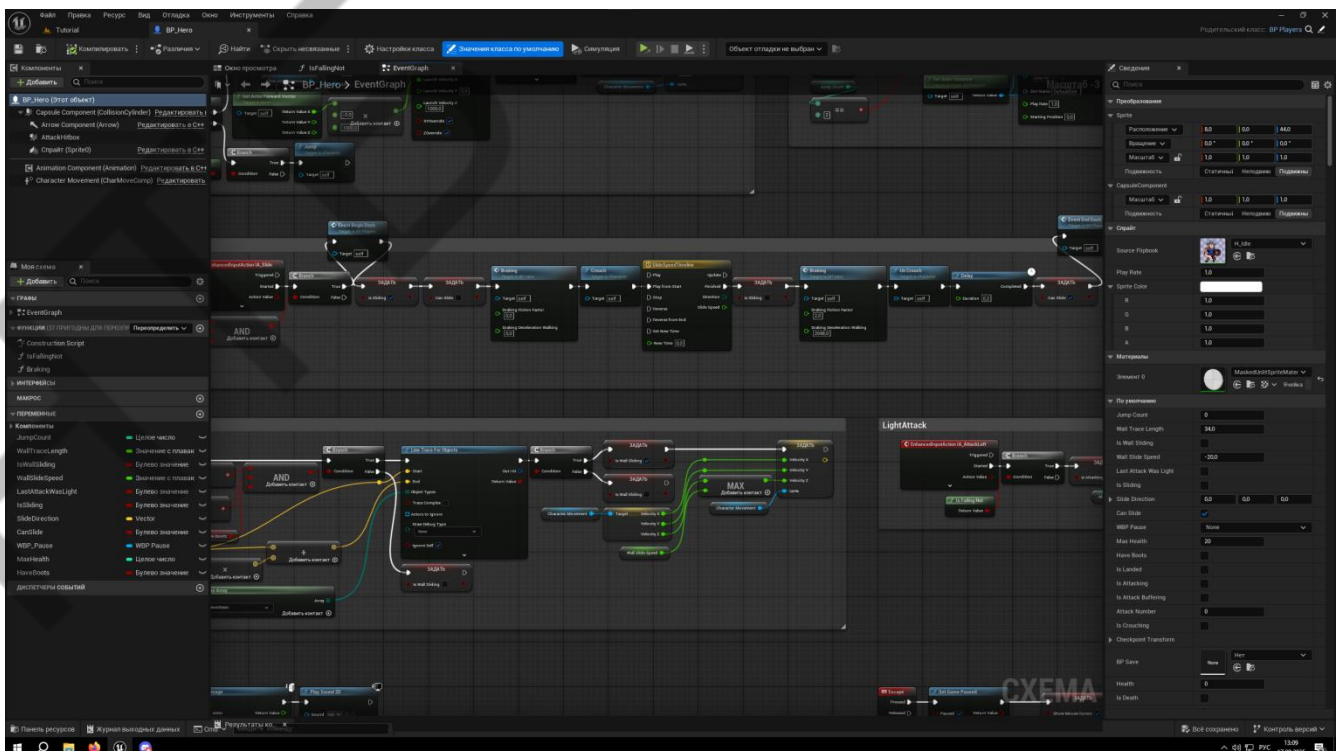


Рис. 1. Проєкт «Second Soul»

У такий спосіб запропонована гра поєднує динамічний геймплей жанру метроїдванія з глибоким культурним зануренням. Вона не лише розважає, а й формує повагу до національної спадщини, а образ двоєдушника виступає символом тонкого зв'язку між матеріальним і духовним, між реальним і уявним. Цей герой дозволяє розкрити теми потойбіччя, духовності, внутрішньої боротьби та ініціації, які є наскрізними у традиційній українській картині світу.

Сподіваємось, що оригінальна гра в жанрі метроїдванії заснована на українській міфології стане привабливою для широкого кола гравців, як в Україні, так і закордоном. І таким чином багатий світ давніх вірувань, обрядів і уявлень, що формували духовний світ українців упродовж століть, не лише отримає популяризацію, а й стане фундаментом для новітнього культурного спадку, який формують, зокрема, комп'ютерні ігри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. "The Witcher Universe | Action-Adventure RPGs" [Online]. Available: <https://www.thewitcher.com/ua/en/>
2. "Assassin's Creed Franchise | Ubisoft" [Online]. Available: <https://www.ubisoft.com/en-gb/game/assassins-creed>
3. "Metroidvania" [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Metroidvania>
4. "The most powerful real-time 3D creation tool" [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/en-US>

UDC 004.93'1:336.74

IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE PROJECT MANAGEMENT METHODS BASED ON THE SCRUM METHOD

SKORIN YURII (yuriy.skorin@hneu.net)
ZHAO LINA (1785618659@139.com)

Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

It is emphasized that today requires a significant increase in software efficiency for IT projects. The analysis showed that currently agile software development methods have taken a key place in IT projects. Obstacles to agile transformation, which mainly concern small and medium-sized enterprises, are considered. The purpose of the study is determined, namely, to promote the successful implementation of agile project management based on the Scrum method, to study the integration of agile methods into the management processes of OPI to promote the formation of an agile organizational culture at all levels, to verify the effectiveness of agile processes of organization and development of OPI in adapting to changes in the external environment and optimizing project management processes. The experience of implementing agile transformation for other similar enterprises is summarized.

Statement of the problem.

With the continuous development of information technology, the frequency of requirements iterations during software development for IT projects has increased significantly. Agile software development has taken a key place in IT projects of large enterprises, but some small and medium-sized enterprises have encountered obstacles to agile transformation, failing to meet expectations. OPI is a high-tech enterprise controlled by a state-owned enterprise specializing in water management informatization and intelligent solutions, 70% of whose revenue comes from IT projects, and has encountered the problem of low efficiency in implementing IT projects due to changing external conditions. In this regard, senior management was forced to plan the implementation of agile development methodology in the project management process in the software development department.

The purpose of this study is to promote the successful implementation of agile project management based on the Scrum method by OPI, to address the problem of low efficiency during the implementation of IT projects, to study the integration of agile methods into the company's management

processes to promote the formation of an agile organizational culture at all levels, to verify the effectiveness of the agile processes of the organization and development of OPI in adapting to changes in the external environment and optimizing project management processes, and to summarize the implementation experience for use as a guide for the agile transformation of other similar enterprises.

The study is devoted to the implementation of agile transformation based on the Scrum method in project management of the software development department of OPI and its practical significance, namely, to study the effect of implementing the Scrum agile development method in the project management process of the software development department of OPI.

The object of this study is OPI, as well as the IT project management process of its software development department and the practice of agile transformation through the implementation of agile software development methods, in particular, the Scrum method.

It is envisaged that the study may use a case-based method that tracks, analyzes, and summarizes the process of implementing agile project management by implementing the Scrum method in the software department of OPI, including studying internal company data and interviews with management and project team members.

Presentation of the main material.

It is expected that through this research, OPI will be able to successfully apply the Scrum method to project management in the software development department, solve the problem of inefficient implementation of IT projects, and create an agile organizational culture in the company.

The project management process will be continuously improved, which will allow the company to produce higher-quality software products, provide greater value to customers, and increase customer satisfaction. In addition, the generalized implementation experience can serve as an example for other enterprises undergoing similar agile transformation.

In the context of the accelerated digital transformation and industrial modernization of Ukraine, the deep penetration of information technology is constantly stimulating intellectual demand in the water industry, creating a broad market space for local software enterprises.

The Ukrainian government has clearly identified water management informatization as a priority area of development through policy documents such as the National Strategy for Digital Transformation (2020-2024) and the Vision for Water Management Development (2020-2030), promoting technological modernization in the industry through measures such as tax incentives and special funds.

According to statistics from the Ukrainian Association of Software Developers, the size of the country's software industry market in 2023 exceeded \$2.5 billion, with solutions related to water management informatization accounting for 18% of this total, making it one of the fastest growing market segments. The Ministry of Water Resources of Ukraine, in its "Roadmap for the Development of Smart Water Conservation", emphasizes the need to build a full-chain data-driven digital system covering water resources management, flood control planning and agricultural irrigation.

For example, the Water Conservation Data Center project in Kyiv region has achieved real-time hydrological basin data collection and intelligent analysis through the integration of satellite remote sensing, Internet of Things monitoring and other technologies, which has improved the efficiency of water resource allocation by 30% and set a benchmark for the informatization of water conservation in Ukraine.

At present, new technologies such as big data and cloud computing, which have mature applications in smart transportation and energy management, are accelerating their penetration into the water conservation industry, stimulating the intelligent modernization of traditional water conservation facilities [1].

As a high-tech enterprise [2] in Ukraine, OPI uses a matrix organizational structure, where its software development department is the main unit responsible for comprehensive management from requirements analysis to system delivery.

Its Technology Management Center includes agile development teams, a data analysis laboratory, and a quality assurance department, forming a closed-loop management system of "requirements-development-validation".

In recent years, OPI has reduced project implementation cycles to 60% of traditional models and increased customer acceptance to 92% by implementing DevOps continuous integration tool chains, establishing itself as a technology leader in the water management informatization sector of Ukraine [3].

Guided by national policies and industry requirements, OPI continues to enhance its core competitiveness through agile transformation [4].

Its “business-technology two-way iteration” model, developed based on the SCRUM framework, was validated within the “Smart Water” project in Chernivtsi region, improving demand response speed by 50% and reducing defect removal costs by 35%.

In the future, OPI plans to expand its business into cutting-edge areas such as digital twin water conservation centers and AI-based decision-making, helping Ukraine achieve rapid development from “traditional water conservation” to “smart water conservation”.

Among the various agile approaches, the SCRUM method is the most popular, widely used by large Internet and software companies.

However, it should be noted that there is a significant phenomenon of misuse of agile methods, as many companies misinterpret agility as simply “speed” and do not recognize that, like all standard development processes, its ultimate goal is to make development manageable and ensure project success [5].

The agile organization based on SCRUM effectively solves structural problems in OPI's software projects.

The new agile structure emphasizes continuous improvement, where team capabilities, culture, and overall quality develop throughout the project.

Replacing the cascade lifecycle with an agile process (iterative development, incremental delivery) allows for faster delivery of high-quality products, reduces lead times, and significantly increases customer satisfaction.

Conclusions.

The successful implementation of the OPI flexible model offers the following important conclusions:

1). Pilot Project Selection: Select the first agile project based on four criteria: appropriate importance, sufficient visibility, manageable scale, and measurable results;

2). Transition Management: Create an agile transformation team to support process changes, ensure smooth implementation, and align with organizational goals.

Future research and practical use of the case project are envisaged.

While this case study confirms the effectiveness of agile methodologies (driven by senior management and the Change Committee), further efforts are needed to implement agile as a core management culture.

The following key areas for research can be highlighted:

1) Agile knowledge domains: deepen research on scope, quality, risk, and performance management within SCRUM, integrate the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) framework to develop agile-specific knowledge domains that will enable agile practices to be used for large and complex projects;

2) Agile program management: for large projects consisting of multiple subprojects, it is necessary to explore SCRUM multi-team collaboration.

Since agile emphasizes small, focused teams, OPI should explore how to coordinate multiple SCRUM teams to implement complex programs, maximizing the value of agile at scale.

Thus, this research lays the foundation for an agile transformation of OPI, but continued refinement and expansion of agile practices will be essential to sustain improvements and adapt to changing project requirements.

REFERENCES

1. Abrahamsson P. Agile Software Development Methods: Review and Analysis / P. Abrahamsson, O. Salo, J. Ronkainen, et al. // 2017. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.48550/arXiv.1709.08439>.
2. Bardsiri V. K. A Flexible Method to Estimate the Software Development Effort Based on the Classification of Projects and Localization of Comparisons / V. K. Bardsiri, D. N. A. Jawawi, S. Z. M. Hashim, et al. // Empirical Software Engineering 2014 19(4): 857-884. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1007/s10664-013-9241-4>.

3. Beecham S. Software Process Improvement Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis / S. Beecham, T. Hall, A. Rainer, et al. // Empirical Software Engineering 2003 8(1): 7-42. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1023/A:1021764731148>.
4. Bjarnason E. Requirements Are Slipping Through the Gaps — A Case Study on Causes & Effects of Communication Gaps in Large-Scale Software Development / E. Bjarnason, K. Wnuk, B. Regnell // IEEE Computer Society 2011. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1109/RE.2011.6051639>.
5. Booch G. Architectural Organizational Patterns / G. Booch // IEEE Software 2008. [Electronic resource]. – Access mode : <https://ieeexplore.ieee.org/document/4497757>.

UDC 004.93'1:336.74

IMPLEMENTATION OF FLEXIBLE PROJECT MANAGEMENT METHODS INTO CORPORATE MANAGEMENT PRACTICE

SKORIN YURII (yuriy.skorin@hneu.net)

SUN XIAOHAI (224873412@qq.com)

Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

It is emphasized that the present requires a significant increase in the practical effectiveness of the agile management strategy in corporate management practice. The analysis showed that at the methodological level, this study first systematically develops the basic concepts of agile management, emphasizing its characteristics of flexibility and adaptability, and proposes innovations in the organizational structure and management models to better meet the diverse needs of both the internal and external environments of the enterprise. Also, through an in-depth analysis of specific cases of flexible management, this study reveals the positive effects of applying strategies such as a specific organizational structure, implementing flexible and diverse work schedules, and establishing a performance-oriented performance appraisal system on the ability of an enterprise to quickly adapt to market changes, flexibly adjust strategic directions, and maintain a leading position in competitive market conditions.

Statement of the problem.

This study aims to conduct an in-depth analysis of the importance and practical effectiveness of agile management strategy in corporate management practice. In the face of increasingly fierce market competition and rapidly changing market environment, enterprises urgently need to improve their response speed and comprehensive competitiveness to ensure their sustainable development.

This study identifies corporate team management as the main research object, focusing on how agile management strategy can effectively stimulate employees' enthusiasm and creativity, thereby increasing the overall competitive advantage of the enterprise.

At the methodological level, this study first systematically develops the basic concepts of agile management, emphasizing its characteristics of flexibility and adaptability, and proposes innovations in organizational structure and management models to better meet the diverse needs of both the internal and external environments of the enterprise.

Then, through an in-depth analysis of specific cases of the application of agile management in team management, this study reveals the positive effects of the application of strategies such as a certain organizational structure, the implementation of flexible and diverse work schedules, and the establishment of a self-oriented performance evaluation system on the ability of enterprises to quickly adapt to market changes, flexibly adjust strategic directions, and maintain a leading position in competitive market conditions.

This study aims to provide practical advice and recognition for enterprise managers, helping them to deeply understand and effectively apply agile management strategies to promote the long-term sustainable development of enterprises. In today's fast-changing and fiercely competitive market

environment, enterprises are increasingly focusing on improving response speed and comprehensive competitiveness to achieve sustainable development.

Among them, agile management strategy, as an example of people-oriented management philosophy, plays a crucial role in team management. It emphasizes the adaptability and innovation of organizational structures and management methods, giving employees more autonomy and a sense of participation, thereby stimulating their innovative spirit and work enthusiasm, and improving team efficiency and response speed.

As a leader in the telecommunications industry, Group A, through the practice of agile project management, has not only achieved impressive success in integrating 5G technology and business operations, but also led the construction of fully 5G-connected factories. Its flat organizational structure, flexible work schedule and focused performance evaluation system enable Group A to quickly adapt to market changes and maintain its competitive advantage.

Group A's agile management practices not only demonstrate technological progress, but also represent management innovation, providing enterprises with powerful support to quickly respond to customer needs and enhance market competitiveness. They also bring new perspective and value to the field of project management.

Presentation of the main material.

Project management, as a key tool for achieving project goals, is becoming increasingly important. In the telecommunications industry, Group A, as a leading enterprise, has demonstrated the key role of technological innovation in ensuring high-quality development and transformation of enterprises through the practice of agile project management methods.

The essence of agile project management is to enhance the adaptability and flexibility of organizations to market changes, especially in the application of advanced technologies such as 5G, cloud computing, big data and artificial intelligence.

Group A's practice has shown that agile project management can effectively cope with rapid market changes and technological innovation. With more than 1,600 fully connected 5G factory projects, Group A has not only achieved significant success in integrating 5G technology and business, but also led the construction of fully connected 5G factory projects, creating pilot projects of 5G-Advanced agile factory projects.

In addition, Group A has jointly promoted the construction of 5G private networks with partners, achieving deep integration of 5G technology with industrial production networks and driving the digital transformation of industries. The implementation of agile project management is not only a reflection of Group A's technological progress, but also a practice of management innovation.

This management approach allows enterprises to quickly respond to customer needs, enhance market competitiveness, and provide higher operational efficiency and better customer service experience. With the rapid globalization and development of information technology, the challenges faced by projects are becoming increasingly complex, including technological innovation, market demand fluctuations, and increased competitive pressure.

These factors require project management to be extremely flexible and adaptable to respond quickly to changes in the external environment.

The study of agile project management is of great importance. It not only helps project managers deeply understand the essence of project management, but also improves the overall efficiency of project management by implementing more flexible and innovative management methods. In addition, agile project management can help enterprises effectively deal with uncertainties, reduce the risk of project failure, and thus ensure the continuous development and competitiveness of enterprises in the market.

Despite the significant advantages of agile project management, there are also a number of challenges and problems in the implementation process, such as how to build an appropriate agile project management structure, how to formulate and implement effective agile project management plans, and how to evaluate and control project agility, which need further in-depth research and discussion.

Therefore, this article is dedicated to exploring agile project management methods, proposing relevant implementation strategies and improvement suggestions, hoping to bring new perspectives and value to the field of project management. Through these innovative practices, Group A has not only enhanced its own organizational agility and market competitiveness, but also provided valuable recommendations and lessons to other state-owned enterprises.

These practices help enterprises explore new business areas and growth points while maintaining stability and achieving sustainable development. The promotion and application of agile project management is expected to become a new driving force for the development of the entire industry and even the national economy.

In the case of Group A, implementing agile project management involves several aspects, including optimizing the organizational structure, innovating in talent management, creating grassroots teams for collaboration, and developing an agile organizational structure.

These practices not only improve the efficiency of internal collaboration, but also increase the speed of market response and innovation capabilities.

By breaking down organizational barriers, reducing internal friction, and giving more decision-making authority to the grassroots level, the group has significantly improved the speed of market response and customer service.

At the same time, by strengthening the capabilities of scientific research and development and data analysis, the group can better understand market trends and customer needs, providing reliable data support for innovation work, and promoting continuous optimization and modernization of the business.

In addition, the implementation of agile project management also includes several dimensions, including platformization of business management, integration of marketing models, and optimization of resource allocation. With the help of information technology, a business management platform has been established that ensures value sharing and optimization of management processes.

The integrated marketing model is customer-oriented and establishes a differentiated competitive strategy. The optimization of resource allocation focuses on realizing customer value, adjusting resource allocation in various business links, implementing marketing layouts, and achieving high-quality development.

The main measures to build an agile organization by Group A include the establishment of a project management office, the establishment of a project management committee, the formation of joint project teams, the implementation of a project manager responsibility system, and the clarification of the project revenue sharing mechanism.

These measures aim to concentrate group resources to support the initiation, organization, and execution of internal projects, while strengthening the interaction and strategic-oriented cooperation of senior management, and facilitating and coordinating the support and contribution of resources to project operations by related parties.

Conclusions.

The proposed measures for building an agile organization include agile management transformation, developing and implementing agile organization work mechanisms, improving senior management rotation, and agile management and talent development. These measures aim to improve the flexibility and efficiency of management, stimulate employee initiative and creativity, eliminate organizational rigidity, and improve the flexibility and collaboration capabilities of teams. Through these measures, Group A has not only achieved significant results in agile project management, but also provided valuable experience and knowledge to other state-owned enterprises. In-depth research and practice of agile project management are of great theoretical and practical significance for enhancing the market competitiveness of enterprises, promoting the digital transformation of industries, and achieving sustainable economic development.

REFERENCES

1. Sarimah. Human Relationship Management to Enhance Organizational Performance through Effective Communication and Team Collaboration / Sarimah, Fauziah Hayati Fazrin, Tisatun, Efrita Norman // MES Management Journal, 3(3). – 2024. – pp. 685–696.
2. Chub O.P. Concept of lean production for flexible production systems, the concept of flexibility / O. P. Chub // Eurasian Scientific Association. – 2019. – № 3–2(49). – P. 135–141.
3. Redmine Project Management Tool [Electronic resource] – Access mode : <https://www.redmine.org/>

ГЕЙМІФІКОВАНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІСТОРІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЧЕРЕЗ 3D-МОДЕЛІ ТА ДРУК

СОКОЛОВА О.П., КОТЛИК С.В. (okspetr@ukr.net, sergknet@gmail.com)

Одеський національний технологічний університет

Анотація. У статті запропоновано підхід, який поєднує навчання, цифрову реконструкцію та ігрові механіки у єдину інтерактивну систему, що сприяє підвищенню мотивації студентів до вивчення історико-технічної спадщини. На основі практичних експериментів зі створення моделей історичних механізмів (зернового млина Queen City Grinding Mill, містомісу Titan Type Dough Mixer) розроблено технологію реконструкції за кресленнями та фотографіями із використанням програмного середовища Blender та слайсера CURA для FDM-друку.

Обґрунтовано освітній потенціал гейміфікації у процесі викладання технічних дисциплін, визначено педагогічні ефекти від поєднання тривимірного моделювання, інженерного мислення та історичного аналізу. Платформа розглядається як інструмент не лише навчання, а й збереження цифрової промислової спадщини. Результати дослідження свідчать, що поєднання гейміфікації та 3D-технологій формує нову парадигму технічної освіти, де навчання набуває діяльницького, дослідницького та творчого характеру.

Ключові слова: гейміфікація, 3D-моделювання, 3D-друк, цифрова спадщина, історія промисловості, Blender, CURA, FDM-технологія

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти зростає потреба у таких формах навчання, що поєднують технологічну інноваційність із практичною залученістю студентів. Одним із перспективних напрямів є використання 3D-моделювання та гейміфікації як інструментів інтерактивного вивчення історичних і технічних процесів.

Застосування технологій тривимірного друку відкриває можливості не лише для відтворення матеріальних об'єктів, а й для осмислення історії промисловості через діяльність і творчість. Такі підходи сприяють формуванню у студентів здатності до аналітичного мислення, експериментування та усвідомлення зв'язку між історією техніки й сучасними інженерними рішеннями.

Ідея створення гейміфікованої освітньої платформи виникла на основі практичних експериментів зі створення тривимірних моделей старовинних механізмів, описаних у попередніх дослідженнях [1-4]. Було помічено, що студенти, які беруть участь у процесі 3D-моделювання історичних пристроїв, не лише освоюють інструменти комп'ютерного моделювання, але й глибше розуміють технологічну логіку об'єктів минулого. Замість пасивного засвоєння фактів вони взаємодіють із матеріалом через реконструкцію, експеримент і аналіз. Цей підхід став підґрунтям для створення платформи, яка поєднує навчання, моделювання, творчість і гру. Її мета — зробити процес вивчення історії промисловості не лише пізнавальним, а й інтерактивним, дослідницьким, таким, що мотивує до самостійної діяльності.

Основна ідея полягає у тому, що навчання відбувається через виконання практичних завдань у формі ігрових місій [2]. Користувач отримує роль дослідника, який відновлює старовинні механізми за кресленнями й фотографіями, створює їхні 3D-моделі, оптимізує для друку та оцінює ефективність конструкції.

Кожен етап має освітній зміст:

- пошук і аналіз історичних джерел розвиває навички наукового дослідження;
- моделювання в середовищі Blender формує технічні компетентності;
- підготовка до друку в CURA навчає параметрів виробничих процесів;
- сам 3D-друк і постобробка розвивають інженерне мислення й точність.

За виконання завдань користувач отримує бали та переходить на нові рівні, що символізують розвиток промислових епох — від механічних машин XIX століття до автоматизованих систем XX століття. Таким чином, гейміфікація забезпечує мотиваційний зв'язок між навчальною діяльністю та особистим досягненням студента.

Робота з 3D-моделями базується на методиці, розробленій у дослідженнях [1, 3]. Технологічний процес починається з оцифрування старих креслень або зображень, їх очищення та векторизації. Надалі матеріал імпортується до середовища Blender, де на основі базових примітивів формується тривимірна геометрія майбутнього механізму. Моделі піддаються модифікації, деталізації та перевірці пропорцій. Після цього вони експортуються у формат, придатний для FDM-друку. Підготовка виконується у слайсері CURA, де налаштовуються параметри температури сопла, швидкості, товщини шару та системи підтримок. У процесі експериментів визначаються оптимальні режими друку для отримання моделей із високою точністю та мінімальними дефектами. У рамках експериментальної роботи було створено кілька навчальних моделей: зерновий млин Queen City Grinding Mill та тістоміс Titan Type Dough Mixer. Вони стали базовими об'єктами для апробації технології та інтеграції у гейміфіковану платформу.

Гейміфікована платформа виконує функцію інтерактивної лабораторії, де кожен користувач має змогу не лише спостерігати, а й брати участь у створенні цифрових копій історичних пристроїв. Це поєднання дослідницького та творчого підходів підвищує залученість студентів, формує командну взаємодію й навички цифрового виробництва.

У платформі передбачено три основні режими:

- інформаційний - ознайомлення з історичним контекстом механізму, його призначенням і схемами роботи;
- проєктний - створення або відновлення 3d-моделі на основі доступних креслень;
- виробничий - підготовка моделі до друку, експериментування з параметрами, аналіз отриманого результату.

Результати кожного користувача можуть бути представлені у спільній цифровій галереї, що формує колективний архів промислових моделей. Такий підхід створює ефект взаємного навчання — студенти обмінюються напрацюваннями, порівнюють результати, формують критичне мислення.

Використання гейміфікації в інженерно-технічній освіті дає змогу підвищити рівень практичної мотивації, коли навчання набуває характеру діяльності з чіткою метою й результатом. Кожна відтворена модель є матеріальним доказом засвоєних знань: студент не просто розуміє принцип дії механізму — він його створює, випробовує і, в разі потреби, удосконалює. Крім того, проєкт має культурно-наукову цінність. Оцифровані моделі стають елементами цифрової промислової спадщини, що може використовуватись у музейній справі, віртуальних експозиціях, архівах і наукових дослідженнях. Таким чином, платформа поєднує в собі функції освітнього середовища, дослідницького інструменту та механізму збереження технічної культури.

Подальший розвиток проєкту передбачає розширення платформи за рахунок інтеграції технологій доповненої та віртуальної реальності. Це дозволить користувачам не лише переглядати моделі, а й взаємодіяти з ними у просторі — запускати механізми, спостерігати за рухом деталей, змінювати параметри конструкції. Також планується створення відкритого освітнього каталогу 3D-моделей промислових механізмів України, який стане основою для міжуніверситетської співпраці.

Висновки. Гейміфікована платформа для вивчення історії промисловості через 3D-моделі та друк є інноваційним інструментом, що об'єднує історичну, науково-технічну та педагогічну складові. Вона забезпечує поєднання теоретичних знань з практичною діяльністю, сприяє розвитку творчого та критичного мислення, створює умови для міждисциплінарного навчання. Такі системи відкривають нові можливості для цифрової гуманітаристики, інженерної освіти та збереження промислової спадщини у цифровій формі. У результаті реалізації подібних підходів історія техніки перестає бути лише об'єктом вивчення — вона стає середовищем дослідження, у якому сучасні технології повертають минулому нове життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Котлик, С., Романюк, О., Соколова, О., Шинкар, О. (2024). Удосконалення технології створення тривимірних 3D-моделей з використанням креслень і фотографій механізмів старих зразків. *Automation of Technological and Business Processes*, 16(1), 4-16. <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i1.2765>
2. Maloy, R., Trust, T., Kommers, S., Malinowski, A., & LaRoche, I. 3D modeling and printing in

history/social studies classrooms: Initial lessons and insights. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://citejournal.org/volume-17/issue-2-17/social-studies/3d-modeling-and-printing-in-historysocial-studies-classrooms-initial-lessons-and-insights/>

3. Котлик С.В., Соколова О.П. Про особливості створення тривимірних моделей механізмів минулих років / Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій», 18-19 квітня 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р., с.492-494

4. Xu, J. Serious games in virtual ART education: the influence of narrative-driven gamification. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://his.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1978641/Fulltext01.pdf>

УДК 37.02:004.9:159.9

ВИКОРИСТАННЯ ІГОР-ГОЛОВОЛОМОК ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ

СОЛОД К.А. (solodkatya27@gmail.com), ГЕТЬМАН І.А. (getman_irina@ukr.net)
Донбаська державна машинобудівна академія

Головоломки стимулюють абстрактне та логічне мислення, допомагаючи виявляти взаємозв'язки між елементами інформації. Додавання їх до освітнього процесу сприяє залученню учнів та стимулює вирішення навчальних задач.

Навчання з гаджетами широко розповсюджено в наш час, тому не виникає сумнівів у їх значному впливі. Завдяки ним освітній процес доступний і різноманітний, оскільки надає можливості з використання додаткових віртуальних елементів та додатків. Додавання ігрових елементів до навчання легко сприймається учнем та залучає його до вирішення певної задачі. Одним з варіантів залучення гри до освітнього процесу є ігри-головоломки, які покращують та розвивають інтелектуальні вміння учнів.

Логічні навички, сформовані в процесі ігрової діяльності, забезпечують здатність до послідовного аналізу інформації, критичного мислення та прийняття обґрунтованих рішень. Вони набувають особливої значущості в умовах динамічних трансформацій професійної сфери, соціального середовища та комунікативних практик, оскільки сприяють ефективному розв'язанню проблем і адаптації до нових викликів [1].

Залучення до процесу навчання у цифровому форматі ігор-головоломок дозволяє поєднувати гру та навчання, створюючи умови для тренування мозку у цікавій і доступній формі. Під час їх розв'язування учень зосереджується на пошуку рішень, прибирає відволікаючі фактори та вчиться доводити справу до кінця. Це допомагає формувати стійкість уваги, що є необхідною навичкою не лише у навчанні, а й у повсякденному житті.

Окрім концентрації, головоломки активно розвивають логічне мислення. У процесі розв'язання учень аналізує умови завдання, вибудовує причинно-наслідкові зв'язки, прогнозує результати власних дій. Такі вправи сприяють розвитку критичного мислення, навчають знаходити кілька можливих шляхів вирішення проблеми та обирати оптимальний [2]. У розробленій грі «Кольоровий квест» на певному рівні гравцю потрібно розташувати квадрати в правильній колірній гаммі. Таким чином гра тренує увагу та пам'ять, оскільки гравець має запам'ятати зроблені кроки та планувати наступні дії відштовхуючись від попередніх (рис.1).

Також головоломки вимагають від гравця застосування абстрактного мислення, що є однією з ключових когнітивних навичок. У контексті логічних ігор ця навичка має особливе значення, оскільки дозволяє гравцеві виявляти взаємозв'язки між окремими елементами інформації, які у звичайних умовах залишилися б непомітними [3]. У грі «Кольоровий квест» це проявляється, зокрема, на рівні, де гравець повинен досягнути все ігрове поле оком та віднайти два однакових квадрати (рис.2). Виконання цього завдання тренує спостережливість, увагу до деталей та

здатність концентруватися на великому обсязі інформації одночасно. Такий підхід не лише розвиває абстрактне мислення, а й стимулює когнітивну гнучкість, що є важливою навичкою для вирішення складних задач як у грі, так і в реальному житті.

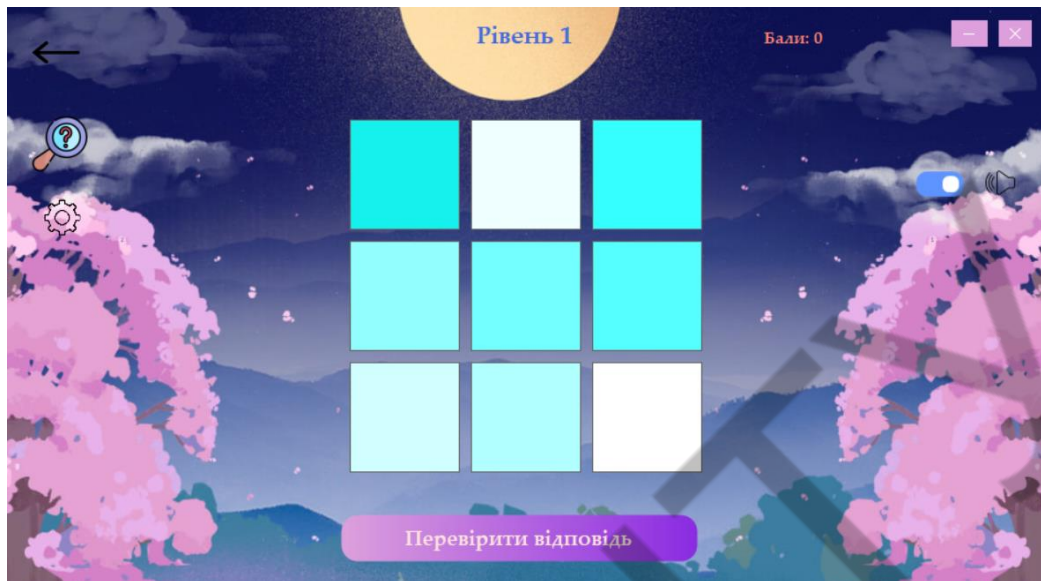


Рисунок 1 – Рівень з завданням на логічне мислення

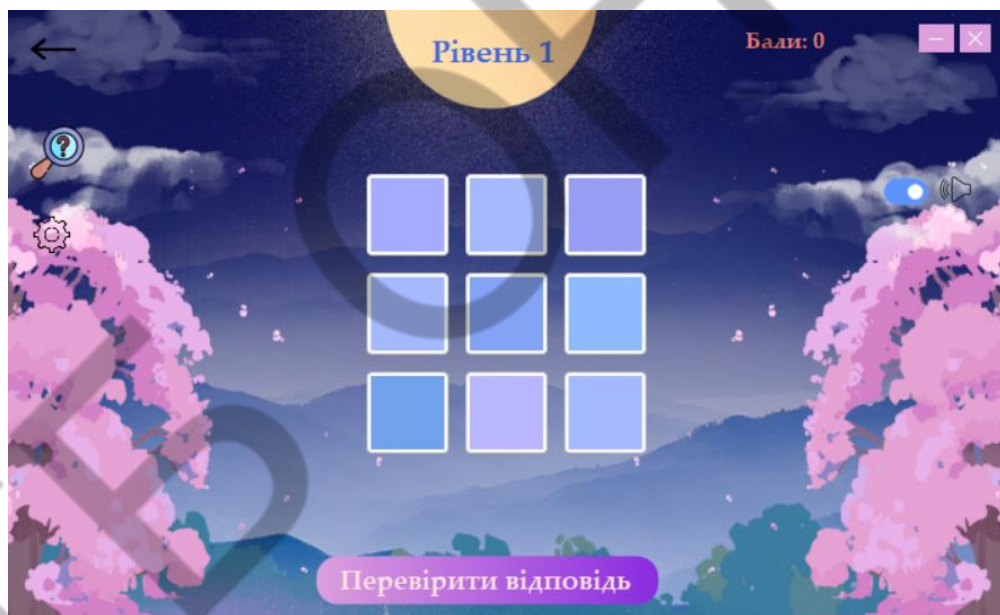


Рисунок 2 – Рівень гри для розвитку абстрактного мислення

Отже, ігри-головоломки виступають ефективним інструментом для сучасної освіти, який поєднує ігрову форму та навчальну цінність. Головоломки допомагають учням тренувати концентрацію уваги, розвивати логічне мислення та критичний аналіз, формуючи необхідні навички для успішного навчання й майбутньої професійної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ЗАМЕЛЮК, М. І. (2021). ВІД ГРИ ДО ТВОРЧОГО РОЗВИТКУ ДИТИНИ. *АКАДЕМІЧНІ СТУДІЇ. СЕРІЯ «ПЕДАГОГІКА»*, 2(3), 31-38. <https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2021.3.2.5> (дата звернення 09.09.2025)
<http://academstudies.volyn.ua/index.php/pedagogy/article/view/87>
2. Вплив логічних ігор на дитячий мозок [Електронний ресурс] URL: <https://obetty.com.ua/ua/kak-logicheskie-igry-vliyayut-na-mozg> (дата звернення 11.09.2025)

3. Ігри-головоломки та їхня користь для розумової діяльності [Електронний ресурс] URL: <https://blog.acer.com/ua/discussion/2545/igri-golovolomki-ta-yihnya-korist-dlya-rozumovoyi-diyalnosti> (дата звернення 13.09.2025)
4. Солод К.А., Гетьман І.А. Розробка гри-головоломки для покращення когнітивних навичок. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та С 91 електропривод : матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції, 17–19 квітня 2025 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2025. С. 47-51. URL: http://cit.dgma.donetsk.ua/materials/paper_citae_2025.pdf (дата звернення 13.09.2025)

УДК 004.5

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕСАХ

СОЛОЩУК О.О. (solosuksana@gmail.com),

ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технічного університету»

У статті розглянуто методiku гейміфікації, як вона працює і що з себе представляє. Здійснено дослідження щодо переваг та недоліків, та прикладів успішного застосування. Описано прогнозований розвиток у майбутньому, та підведено підсумки до всього сказаного.

За останні 500 років людство зробило значний скачок у розвитку і значно покращило загальний рівень життя. Це дозволило людям стати більш грамотними і не працювати з юного віку і до самої старості на заводі. Але, на відміну від світу система освіти не розвинулась так швидко. Уявіть собі розрив технологій 20 і 21 сторіччя – зараз ми спокійно бачимо машини, які не потребують пілотів, роботів, що можуть обслуговувати людей. Ми навіть можемо в себе носити у кишені цілу енциклопедію такого розміру, якої не було навіть у вельмож в середньовіччі. Але, при всьому тому людей продовжують вчити так само, як і раніше, хоча нинішні покоління відрізняються кардинально від попередніх. Тож щоб не відставати від прогресу розробляються різноманітні методи та практики. Одним з таких є гейміфікація.[1]

Гейміфікація – процес, при якому механізми, які присутні в іграх використовуються у неігрових процесах для досягнення якоїсь мети. У нашому випадку – більш ефективного навчання студентів та учнів. Дослідження доводять, що при використанні цього процесу може підвищуватись продуктивність, та в цілому мотивація зростає, оскільки система досягнень спонукає людину до їх виконання. Цей процес працює за тим самим простим методом що й комп'ютерні ігри, і базується на таких доволі простих принципах як :

- 1) Довести собі «що я можу» - коли людина проходить якийсь рівень, або виконує важку задачу і їй за це дають досягнення і винагороду, активується дофаміновий рецептор як у наших прашурів, коли вони здобули собі їжу, або завоювали сусідні племена.
- 2) Соціальний аспект – показати іншим що ви чогось досягли людині завжди приємно, оскільки нам так чи інакше потрібне чийсь визнання, щоб бути щасливими.
- 3) Прагнення завершеності і упорядкування - думаю чимало з вас знають людей які люблять щось колекціонувати або ж не можуть заснути доки не завершать серіал. Це все через еволюційний процес, який допомагав нам вижити, а саме завдяки розумінню що, наприклад усі члени сім'ї нагодовані, а отже можна перепочити, або – тварина не ворушиться, вона добита, отже не нападе. Саме на цьому і грають досягнення, які затягують.

Саме тому, при використанні у навчанні і були помічені чималі переваги. Однак всюди є свої але. Також зазначалось, що все залежить від дизайну ігрового процесу і не гарантується вплив на внутрішню мотивацію. Попри це у молодшому віці цей підхід все одно може бути доволі ефективним через непосидючість дітей і їхнє бажання дізнаватись нове.[2]

Якщо ж говорити про ефективність цієї практики, приведу приклад нижче:

Група онлайн-геймерів правильно розгадала структуру ферменту, який віруси, подібні до ВІЛ, використовують для розмноження. Граючи в онлайн-гру Foldit, група розгадала структуру важливого вірусного білка, який більше десятиліття ставив у глухий кут вчених. Цей фермент є ретровірусною протеазою і відіграє важливу роль у дозріванні та розмноженні вірусу СНІДу. Геймери, які не були експертами у галузі вірусів, розгадали загадку всього за три тижні. Результат був підтверджений методом рентгенівської кристалографії, який є золотим стандартом для визначення структури білків. Результати дослідження були опубліковані в інтернет-версії журналу Nature Structural & Molecular Biology. Біохімік Фірас Хатіб вважає, що ці дані допоможуть дослідникам розробити кращі антиретровірусні препарати і покажуть, що Foldit може допомогти вирішити складні наукові загадки. Більше 600 000 людей грали в Foldit з моменту її запуску в 2008 році дослідниками з Вашингтонського університету. «Гра схожа на Тетріс на стероїдах», — розповідає Shots співтворець Foldit Зоран Попович. Гравці починають з білка, який виглядає як намисто. Замість намистин або перлин на нитці висять амінокислоти. Гра пропонує гравцям маніпулювати структурою білка так, щоб він досяг найнижчого енергетичного стану, що принесе їм найвищий бал. Функція білка змінюється залежно від його форми. Геймери пропонують інший погляд на вирішення наукових головоломок: свободу від наукових конвенцій. «Люди можуть перевершити комп'ютери, коли потрібно зробити радикальний крок, щоб дійти до правильної відповіді», — каже Хатіб.[3]

Що до перспектив розвитку то вони мають значний потенціал. У нинішньому світі де конкуренція значно зростає, постає потреба у швидкому навчанні а мотивації не завжди вистачає — гейміфікація може стати відповіддю на поставлені потреби і запитання.

Баррі Чудаков, директор Metalife Consulting і запрошений науковий співробітник програми Маклюена з культури і технологій в Університеті Торонто, поділився своїм комплексним поглядом: «Гра, здається, може бути не тільки самоціллю, але й кращим способом бачити і розуміти світ. Видатна дизайнерка ігор та мислителька Джейн Макгонігал вже кілька років повторює: «Реальність зруйнована. Чому дизайнери ігор не намагаються її виправити?» Незабаром ми усвідомимо, що ігри створюють альтернативні реальності. Оскільки ми розглядаємо їх як вигадані світи, створені для розваги, ми не помічаємо їх дивовижної корисності. Ми побачимо, що ці ігри та віртуальні світи надають альтернативні способи бачення та мислення, що є сутністю інновацій. Ігри подібні до яблука, яке впало перед очима Ньютона. Побачивши падіння яблука, Ньютон зрозумів щось інше, а саме гравітацію. Наше уявлення про ігри може бути спадщиною етосу «живи, щоб працювати» часів промислової революції; це уявлення може заважати нам побачити потужні можливості використання ігор. Ми усвідомимо, що готовий (хоча і ретельно продуманий) метажиття ігор є одним з найкращих способів, які коли-небудь були придумані, щоб бачити, розуміти і вдосконалювати реальність».

Однак є і певні обмежуючі фактори у цьому питанні. Справа в тому, що далеко не кожному підійде такий спосіб, а розробляти різні моделі під кожного індивідуально буде нераціонально. З цього приводу висловився Кріс Девіс, дизайнер користувацького досвіду в Webvisible, він сказав, що для того, щоб освоїти гру, потрібно докласти зусиль, і це завжди обмежує зацікавленість учасників. «Ігри все ще вимагають багато часу, оскільки потрібно навчитися грати, грати, щоб зрозуміти гру, і продовжувати грати, щоб не відставати. Ігри просто не підходять для абсолютно всіх сценаріїв». Анонімний респондент сказав: «Більшість людей будуть занадто перевантажені своїми графіками, щоб мати час або терпіння для багатьох інших ігор. Вибір ігор може змінитися, але кількість часу, який люди витрачають на ігри, ймовірно, не зміниться. Спроби ввести ігри в багато інших щоденних активностей, ймовірно, будуть сприйняті більшістю людей як дратівливе втручання». «Хоча гейміфікація буде продовжувати розвиватися, є обмеження щодо кількості часу та уваги, яку люди приділятимуть системам гейміфікації», — сказав Стівен Свіммер, консультант, який раніше працював на керівних посадах у сфері цифрових технологій у великій телевізійній мережі. «Люди виберуть кілька систем, в яких вони готові «грати», але ігноруватимуть решту. [4]

Тож, підсумовуючи сьогоднішню тему у заключенні можна сказати: гейміфікація не є «чарівною півгуклою», завдяки якій кожен зможе вчитись краще, продуктивність виросте в 10 разів і людство проквітатиме. Однак, у наш час, коли люди з дитинства активно взаємодіють з технологіями і активно користуються інтернетом а увагу треба концентрувати з більш зусиллям саме вона може допомогти. Завдяки ній навчанні відбуватиметься не за твердим стільцем і столом,

а у світі де присутні яскраві барви, де не треба сидіти і зубрити, все буде легко завдяки грі. Звісно, дослідження показували, що все залежить від правильного дизайну «гри» і від власної мотивації учасників, однак переваги у цього методу були і були непогані. Тож, можливо слід пробувати щось нове і починати інакше ставитись до навчання?[5]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] “Покоління Ні-Ні, або Як ставляться зумери до освіти,” *Osvitanova*, Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://osvitanova.com.ua/posts/6446-pokolinnia-ni-ni-abo-yak-stavliatsia-zumery-do-osvity>
- [2] J. McGonigal, *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. New York, NY, USA: Penguin Press, 2011.
- [3] K. M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2012.
- [4] S. Mekler, F. Brühlmann, A. Opwis, and K. Hornbæk, “How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction,” *Computers in Human Behavior*, 2017. [Online]. Available: https://www.pewresearch.org/internet/2012/05/18/main-findings-getting-into-the-gamification/?_gl=1*j8331l*_up*MQ..*_gs*MQ.&gclid=CjwKCAjwiY_GBhBEEiwAFaghviB_hgdW7TvTCWtAd7Hx7kMaTcc0ANsk3-bZ8ESMXskEgjVALKGZ0BoCbjiQAvD_BwE&gbraid=0AAAAA-ddO9GPCfsyl7-q-OEPJ3k8Z2tDd
- [5] “Особливості сучасного покоління учнів і студентів в умовах розвитку цифрового суспільства,” *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, 2020. [Online]. Available: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/326>

УДК 373.1

ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ: ІНТЕГРАЦІЯ ОНЛАЙН-ІГОР ТА СИМУЛЯЦІЙ У ВИВЧЕННЯ ІНФОРМАТИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

СОМЕНКО О.О. (olenasmn@gmail.com)
Центральноукраїнський інститут розвитку людини
Відкритого міжнародного університету
розвитку людини «Україна»
СОМЕНКО Д.В. (SomenkoD@gmail.com)
Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка

Гейміфікація у змішаному навчанні є сучасним підходом, який активно застосовується для підвищення зацікавленості та результативності у вивченні інформатики та математики. Використання онлайн-ігор і симуляцій дозволяє учням опановувати абстрактні поняття у більш доступній та практично орієнтованій формі. В роботі розглянуто можливості інтеграції гейміфікаційних технологій у змішане навчання та їхній вплив на формування цифрових компетентностей.

Постановка проблеми. У сучасних умовах освіта стикається з низкою викликів, що зумовлені розвитком цифрових технологій, інформатизацією суспільства та зростаючими вимогами до компетентностей молоді. Традиційні підходи до навчання все менше відповідають очікуванням сучасних учнів, які з дитинства перебувають у середовищі цифрових технологій і звикли до швидкої взаємодії з інформацією. Тому, ситуація, що склалася, вимагає пошуку нових методів і форм навчання, які б поєднували академічну ґрунтовність і водночас забезпечували високу мотивацію та залученість учнів. Одним із таких інноваційних підходів є гейміфікація, особливо ефективна у поєднанні зі змішаним навчанням.

Метою роботи є аналіз можливостей застосування гейміфікації у змішаному навчанні та обґрунтування ефективності інтеграції онлайн-ігор і симуляцій у процес вивчення інформатики та математики з метою підвищення мотивації, залученості та результативності навчання.

Результати дослідження. Під гейміфікацією розуміють використання ігрових механік у неігровому середовищі з метою підвищення зацікавленості та активності учнів [3]. У навчальному процесі це можуть бути – система балів, рівнів, рейтингів, бейджів, можливість змагання чи співпраці. Вони формують додаткову мотивацію, що ґрунтується не лише на бажанні здобути знання, а й на прагненні досягти результату у грі. Змішане навчання, у свою чергу, поєднує онлайн-ресурси та традиційні методи викладання, що створює простір для більш гнучкого та індивідуалізованого підходу. У сукупності ці два підходи створюють нову модель навчання, де освітній процес сприймається як динамічний, інтерактивний і водночас результативний.

Особливо перспективним напрямом є застосування гейміфікації під час вивчення інформатики та математики [1, 2]. Ці дисципліни нерідко викликають труднощі в учнів через високий рівень абстракції та необхідність системного мислення. Використання ігрових елементів дозволяє зробити навчання більш прикладним, зрозумілим та емоційно привабливим.

Зокрема, платформи на зразок CodeCombat або Tynker пропонують учням вивчати програмування через гру, де потрібно виконувати завдання, просуваючись від рівня до рівня, що створює ефект поступового занурення у складність алгоритмів, при якому учень отримує відчуття успіху на кожному етапі.

У математиці особливо ефективними є симуляції, які дозволяють наочно відображати абстрактні поняття. Використання середовища GeoGebra дає можливість моделювати функції, будувати графіки та експериментувати з параметрами, що в ігровому форматі може виглядати як «дослідницька місія». Minecraft Education, інтегрований у навчання, відкриває нові горизонти для створення математичних моделей простору, розв'язання завдань з геометрії чи навіть реалізації алгоритмів у віртуальному середовищі. Завдяки цьому учні не лише засвоюють теоретичні знання, а й бачать їх практичне застосування.

Не менш важливим є вплив гейміфікації на соціально-психологічні аспекти навчання. Виконуючи завдання у формі гри, у молоді знижується рівень тривожності, пов'язаної з контрольними роботами чи тестуванням. Формат змагання або співпраці допомагає розвивати навички командної роботи, вміння швидко приймати рішення, критично оцінювати інформацію та шукати нестандартні підходи до розв'язання задач. Таким чином, окрім предметних компетентностей, формується комплекс так званих soft skills, які сьогодні мають надзвичайно високу цінність на ринку праці.

Разом із тим, використання гейміфікації у змішаному навчанні має й певні виклики. Одним із них є необхідність ретельного планування та підбору ігрових елементів, щоб вони не перетворили навчання на розвагу, позбавлену освітнього змісту. Важливо зберігати баланс між грою і навчальними цілями, щоб гейміфікація залишалася засобом, а не самоціллю. Іншим викликом є різний рівень цифрових компетентностей викладачів, адже впровадження ігрових технологій вимагає певних технічних навичок і творчого підходу.

Сучасні дослідження підтверджують, що грамотно інтегрована гейміфікація підвищує успішність та рівень засвоєння матеріалу [2]. Учні, які працюють із симуляціями та іграми, краще орієнтуються у складних завданнях, демонструють вищий рівень зацікавленості та позитивніше ставляться до навчального процесу. Крім того, ігрові технології можуть бути ефективним інструментом інклюзивної освіти, адже дозволяють адаптувати завдання до індивідуальних потреб учнів із різними можливостями.

Висновки. Отже, гейміфікація у поєднанні зі змішаним навчанням відкриває нові можливості для модернізації освітнього середовища. Інтеграція онлайн-ігор і симуляцій у вивчення інформатики та математики не лише підвищує мотивацію учнів, а й сприяє глибшому розумінню складних понять, розвитку алгоритмічного та критичного мислення, формуванню креативності та соціальної взаємодії. Запропонований підхід дозволяє зробити навчальний процес більш цікавим, доступним і наближеним до вимог сучасного суспільства, де цифрові компетентності є запорукою успішної професійної реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.О.О. Соменко Гейміфікація контролю навчальних досягнень студентів з математики засобами ігрової навчальної платформи Kahoot! *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації. Матер. II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів*. Одеса, 29-30 вересня 2022 р. Одеса, Видавництво ОНТУ, 2022 р. С. 51-53.
- 2.О.О. Соменко Гейміфікація навчального процесу з математики: український та зарубіжний досвід. *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації –2024. Матер. IV Всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів*. Одеса, 26-27 вересня 2024 р. Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р. С. 95-98
- 3.І. Яковлева Використання освітніх платформ в освітньому середовищі. *Український педагогічний журнал*. 2022. № 3. С. 137-148.

УДК519.6: 533,6: 629.3

ДО ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З ПИТАНЬ ВІДПРАЦЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

СОХАЦЬКИЙ А.В.(Sokhatsky_anatoly@ukr.net),

ТЕЛУЄВА В.С.(teluevaviktoriaa@gmail.com)

Інститут транспортних систем та технологій Національної академії наук України

У доповіді розглядається проблеми застосування математичного моделювання для відпрацювання питань з забезпечення безпеки дорожнього руху транспортних засобів. Саме створення на базі предметних математичних моделей експертних систем прискорить процеси впровадження нових технологій. Об'єднання теорії ігор з комп'ютерним моделюванням для вивчення функціонування транспортних систем створює потужний інструмент для розуміння та розв'язання складних проблем. Це дозволяє перевіряти теоретичні концепції на практиці, аналізувати ситуації з величезною кількістю змінних та знаходити ефективні рішення там, де інтуїція або традиційні математичні методи не дають ради. З розвитком обчислювальних потужностей та штучного інтелекту, роль комп'ютерного моделювання у сфері теорії ігор лише зростатиме, відкриваючи нові горизонти для досліджень та практичних застосувань.

Стрімке зростанням потреб людей та поява нових транспортних технологій підвищило рівень функціонування суспільства. Проте вирішення однієї проблеми дало поштовх для появи іншої: вулиці більшості великих міст не можуть розмістити усі автотранспортні засоби що надходять до них щодня, адже їх розміщення потребує багато вільного незабудованого місця. На превеликий жаль, сучасні засоби урбаністики не можуть докорінно змінити вже існуючі урбаністичні рішення, які були впроваджені ще на початку минулого століття, коли почали масово з'являтися великі міста та міста-гіганти, а тільки попередити виникнення майбутніх проблем. Тому з метою дослідження та регулювання транспортних потоків у середині ХХ століття вчені з різних сфер діяльності почали розробляти різноманітні моделі транспортних потоків [1].

Сучасний етап удосконалення функціонування транспорту представляє собою багатокритеріальну задачу, розв'язок, якої пов'язаний з успіхами в багатьох областях науки і техніки: аеродинаміки, теорії стійкості, електроніки, хімії, металургії, термодинаміки[1-4]. Але однією з найважливіших є механіка – наука про рух і рівновагу всіляких об'єктів – є базою для всієї техніки. По своїй суті механіка нерозривно зв'язана з фізикою, хімією, біологією, медициною. У значній мірі поняття і методи, застосовувані в цих науках, є узагальненням і розвитком підходів, розроблених і уперше введених саме в механіку.

Прогрес в області обчислювального експерименту змінив співвідношення теоретичних, прикладних і обчислювальних методів. Вважалося, що наукова проблема в принципі вирішена, якщо побудована деяка математична модель, що описує фізичне явище, і знайдене замкнуте аналітичне рішення цієї моделі. На сьогодні такий підхід не задовольняє потреби суспільства, так

як аналітичні підходи на дозволяють розв'язувати складні задачі, а експериментальні методи не завжди дозволяють вивчити деталі явища.

Комп'ютерні моделі динамічних ігор можна розділити на кілька основних типів, кожен з яких має свої унікальні властивості, переваги та недоліки.

1. Моделі на основі дерев гри (Game-Tree Models). Ці моделі представляють гру у вигляді дерева, де кожен вузол — це стан гри, а кожна гілка — можливий хід. Вони часто використовуються для ігор з повною інформацією, таких як шахи. Вони забезпечують вичерпний аналіз всіх можливих послідовностей ходів. Використовують такі алгоритми, як $\min\max$ або α - β pruning, для пошуку оптимальних стратегій, що дозволяє знайти найкращий хід для кожного гравця, за умови, що опоненти також грають оптимально.

Проте експоненційне зростання розміру дерева робить ці моделі обчислювально неможливими для ігор із великою кількістю ходів. Наприклад, у грі в i -го дерево настільки величезне, що повний перебір вважається недосяжним. Також вони не підходять для ігор з неповною інформацією, де стан гри невідомий усім гравцям.

2. Агентно-орієнтовані моделі (Agent-Based Models, ABM). Агентно-орієнтовані моделі фокусуються на моделюванні поведінки окремих, автономних агентів (гравців). Кожен агент має свій набір правил поведінки, цілей і обмежень. Загальна поведінка системи (макрорівень) виникає з взаємодії цих агентів (мікрорівень).

Ці моделі надзвичайно гнучкі та дозволяють моделювати складну, непередбачувану поведінку. Ідеальні для аналізу соціальних дилем, економічних ринків або екологічних систем, де важливо враховувати обмежену раціональність або нераціональну поведінку гравців.

До їх недоліків слід віднести те, що оскільки результати залежать від заданих правил поведінки агентів, валідація моделі може бути надзвичайно складною. Окрім цього, не завжди можна точно визначити, як окремі агенти будуть взаємодіяти, що може призвести до непередбачуваних результатів.

3. Моделі на основі машинного навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL). У цих моделях агенти навчаються оптимальним стратегіям шляхом взаємодії з ігровим середовищем, отримуючи винагороду або покарання за свої дії. Агент починає з обмежених знань і поступово покращує свою стратегію, аналізуючи наслідки своїх рішень.

Застосування цих моделей дозволяє ефективно вирішувати проблеми в іграх зі складною динамікою, де важко визначити правила поведінки агента. Прикладом є AlphaGo, який навчився грати в Go, спостерігаючи за грою і практикуючись. Вони не потребують повного переліку всіх можливих ходів.

Проте ці моделі мають великі часові затрати на виконання обчислень, скільки вимагають тисячі або мільйони ітерацій для навчання. Результат навчання може бути неоптимальним або нестійким, якщо модель не була достатньою мірою тренувана. Також можуть виникати проблеми з перенавчанням, коли модель добре працює тільки в конкретній ситуації, але не може узагальнювати.

Комп'ютерне моделювання в теорії ігор дозволяє симулювати поведінку гравців у різних сценаріях, перевіряти гіпотези та знаходити оптимальні стратегії, які не є очевидними. Цей підхід забезпечує кілька ключових переваг:

- **Масштабованість:** Моделювання дозволяє аналізувати ігри з великою кількістю гравців або складними наборами стратегій, що неможливо зробити аналітично.
- **Динамічність:** Можна моделювати динамічні ігри, де дії відбуваються послідовно, а не одночасно, враховуючи, як гравці реагують на попередні ходи.
- **Експериментальність:** Моделювання дозволяє проводити численні «віртуальні» експерименти, змінюючи параметри гри (наприклад, виплати, інформацію, що доступна гравцям) для вивчення впливу цих змін на кінцевий результат.

Таким чином кожна з цих моделей має своє місце в аналізі динамічних ігор. Моделі на основі дерев ідеально підходять для ігор з невеликою кількістю гравців і повною інформацією. ABM можливе для використовувати для імітації дорожнього руху, як динамічної системи. Моделі на основі машинного навчання з підкріпленням домінують у складних іграх з невизначеністю і можуть використовуватися для імітації дорожніх ситуацій. Вибір конкретної моделі залежить від цілей дослідження та специфічних характеристик самої гри.

Об'єднання теорії ігор з комп'ютерним моделюванням для вивчення функціонування транспортних систем створює потужний інструмент для розуміння та розв'язання складних проблем. Це дозволяє перевіряти теоретичні концепції на практиці, аналізувати ситуації з величезною кількістю змінних та знаходити ефективні рішення там, де інтуїція або традиційні математичні методи не дають ради. З розвитком обчислювальних потужностей та штучного інтелекту, роль комп'ютерного моделювання у сфері теорії ігор лише зростатиме, відкриваючи нові горизонти для досліджень та практичних застосувань

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.К. Доля, *Пасажирські перевезення*. Харків, Україна: Форт, 2011.
2. Хемді А. Таха. *Введення в дослідження операцій*. Переклад з англ. М: Видавництво Вільямс. 2005.
3. А.В. Сохацький та ін, *Моделювання в транспортних технологіях. Частина 1*. Дніпро, Україна: УМСФ, 2022.
4. Авінаш К. Діксіт, *Мистецтво стратегії. Посібник з теорії гри в житті та бізнесі* Львів. Україна: Видавництво Старого Лева, 2019.

УДК 378:004.8

СТРУКТУРА ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ LANGCHAIN В ОСВІТІ

СПАЖЕВ О.М., КЛОЧКО О.В. (o.spazhev@gmail.com, klochkoob@gmail.com)

У сучасному освітньому середовищі все більшої актуальності набуває використання технологій штучного інтелекту (ШІ). Фреймворк LangChain, заснований на великих мовних моделях (LLM), пропонує потужні інструменти для обробки природної мови та інтеграції з різними джерелами знань, що відкриває нові перспективи для покращення освітнього процесу.

LangChain складається з LLM як основи, модулів для роботи з ланцюгами запитів та відповідей, інструментів для інтеграції з зовнішніми джерелами даних (бази даних, API тощо), а також має можливості розширення та налаштування під конкретні завдання, як показано на рисунку 1.

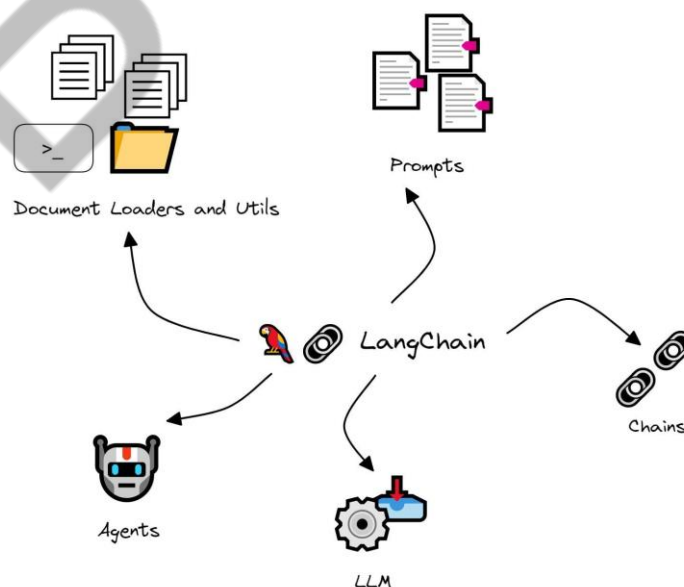


Рисунок 1 – Складові LangChain

Застосування LangChain в освіті може бути різноманітним. Від персоналізації навчання шляхом аналізу результатів студента – до автоматизації рутинних завдань та інтерактивних навчальних середовищ.

Однак, використання LangChain в освіті також пов'язане з певними викликами та етичними аспектами. Важливо забезпечити узгодженість та достовірність інформації, що генерується LLM та багато інших умов для дійсно якісного впровадження.

В цілому, LangChain має значний потенціал для трансформації освітнього процесу, сприяючи створенню більш ефективних, персоналізованих та інтерактивних методів навчання. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення ефективності використання LangChain у різних освітніх дисциплінах та рівнях навчання, розробку методик оцінювання впливу LangChain на успішність студентів та їх мотивацію, а також дослідження нових можливостей застосування LangChain для вирішення актуальних проблем в освіті.

Ключові слова: LangChain, освіта, штучний інтелект, обробка природної мови, LLM, інтелектуальні навчальні системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Luckin R. Machine learning and human intelligence: the future of education for the 21st century / R.Luckin // London Review of Education, Volume 16, Number 2, June 2018.
2. Norvig P. Artificial Intelligence for Education / P.Norvig // Proceedings of the Twenty-Ninth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-15), January 25–30, 2015.
3. Ключко, О., Федорець, В., Спажев, О. & Петрунко, М. (2023). Інтеграція штучного інтелекту в освітні практики. Науково-популярний альманах «Математика та інформатика навколо нас». Вінниця: Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. 7, 38-42.
4. Oleksandr M. Spazhev, Oksana V. Klochko. Using artificial intelligence tools for automating the assessment of future computer science teachers' work. 2025. Using artificial intelligence tools for automating the assessment of future computer science teachers' work.
5. Слюсар, В. І. "Кібернетичні загрози великих мовних моделей." Системи та засоби штучного інтелекту: тези доповідей міжнародної наукової конференції «Штучний інтелект: досягнення, виклики та ризики». Київ: ІППІ «Наука і освіта», 15-16.03.2024. С. 252-260.
6. Neira-Maldonado, Pedro, et al. "Intelligent Educational Agent for Education Support Using Long Language Models Through Langchain." International Conference on Information Technology & Systems. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024.
7. L. Chen, P. Chen and Z. Lin, "Artificial Intelligence in Education: A Review," in IEEE Access, vol. 8, pp. 75264-75278, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988510
8. Klochko O. V., Fedorets V. M., Klochko V. I., Kormer M. V. The Use of Ensemble Classification and Clustering Methods of Machine Learning in the Study of Internet Addiction of Students. In: Proceedings of the 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). Kyiv, Ukraine: IEEE; 2020. p. 295-300.
9. Ключко О. В., Федорець В. М. Застосування методів машинного навчання для розв'язання задач регресії в дослідженні освітніх/педагогічних систем. Інформаційні технології в освіті та науці: Збірник наукових праць. 2021;12:373-378.

УДК 004.9:37.018.43

ЦИФРОВА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПОДЯКИ ТА МОТИВАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ

ТКАЧ Т.Б., ЛЕУХІН К.О.

(tkach.t.b@op.edu.ua, leukhin.k.o@op.edu.ua)

Національний університет «Одеська політехніка»

Розглянуто актуальність використання цифрових інструментів для підтримки нематеріальної мотивації користувачів. Запропоновано концепцію платформи для вираження

подяки як інноваційного засобу підвищення залученості у колективах, освітньому та корпоративному середовищах.

В умовах активного розвитку цифрових технологій та зростання значення нематеріальної мотивації особливу актуальність набуває процес заохочення користувачів за допомогою сучасних інформаційних інструментів. Подяка як елемент емоційного стимулу позитивно впливає на рівень залученості, командну взаємодію та продуктивність у колективах, навчальних середовищах і спільнотах [1]. Водночас традиційні форми вираження вдячності часто є неефективними або малодоступними в цифровому середовищі.

На сьогодні існує низка платформ, що реалізують підходи до нематеріальної мотивації: корпоративні системи визнання, гейміфікаційні інструменти в освітніх середовищах [2]. Проте більшість із них обмежуються базовими функціями (нагородження балами, бейджами), що не враховують індивідуальні потреби користувачів та їх емоційний стан.

Серед відомих аналогів систем мотивації виділяються **Bonusly**, **Kudos** та **Motivosity**. **Bonusly** – корпоративна платформа мікрОВизнання, яка дозволяє співробітникам обмінюватися подяками у вигляді балів, які можна обміняти на винагороди; має аналітичні інструменти, систему винагород, інтеграцію із зовнішніми сервісами та гейміфіковану взаємодію [3]. Недоліком є складність адаптації для освітніх закладів або малих спільнот через комерційний акцент та масштаби. **Kudos** надає можливості для взаємної вдячності, корпоративних нагород, створення профілів досягнень і відзначення ювілейних подій; призначений здебільшого для великих організацій із розвинутою структурою, що ускладнює його використання в умовах обмежених ресурсів [4]. **Motivosity** фокусується на розвитку емоційної залученості через регулярні подяки та зворотний зв'язок між колегами, підтримує нагороди і систему оглядів задоволеності працівників; серед викликів – необхідність активної участі керівництва і модерації програм [5].

Для підвищення ефективності процесу вираження вдячності та мотивації користувачів пропонується концепція універсальної цифрової платформи для вираження подяки та підтримки мотивації, яка поєднує простоту використання, адаптивність та можливість інтеграції у різні цифрові середовища (навчальні системи, корпоративні портали, соціальні спільноти). Архітектура платформи передбачає такі ключові модулі: інтерфейс створення та надсилання подяк; базу даних користувачів і взаємодій; аналітичний блок для оцінки ефективності мотиваційних практик; механізми гейміфікації (рівні, досягнення, нагороди).

Очікуваним результатом впровадження цифрової платформи є зростання залученості користувачів, покращення командної взаємодії та підвищення ефективності освітніх і корпоративних процесів. Тестування платформи з реальними користувачами дозволяє підтвердити її ефективність і визначити напрямки подальшого вдосконалення, зокрема у сфері інтеграції елементів штучного інтелекту для персоналізації мотиваційних інструментів.

Використання цифрових платформ для вираження подяки та нематеріальної мотивації є перспективним напрямом розвитку освітніх і корпоративних середовищ. Запропоноване рішення може стати основою для формування нової культури визнання, що підвищує ефективність роботи колективів та сприяє розвитку позитивного мікроклімату у спільнотах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Hoehn and A. B. Baskurt, "The relationship between gratitude and work engagement: examining the mediating role of employee resilience", *European Journal of Applied Positive Psychology*, vol. 7, Article 12, 2023.
- [2] Investigating Educational Platforms Employ Gamification to Improve Learning and Student Engagement – An Empirical Study, Bechan Singh, Deepak, Dhiraj Sharma, Meenal Agrawal, Amitabh Mishra, *Journal of Informatics Education and Research*, Vol. 5, No. 1, 2025.
- [3] Bonusly, «Employee Recognition Software». [Online]. Available: <https://bonusly.com/> bonusly.com.
- [4] Kudos, «Employee Recognition & Rewards Platform». [Online]. Available: <https://www.kudos.com/platform> kudos.com.
- [5] Motivosity, «Employee Engagement & Recognition Platform». [Online]. Available: <https://www.motivosity.com/platform/employee-engagement>.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ: ІНСТРУМЕНТИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ

ТКАЧ Т.Б., СТАНКОВ С. Л. (tatkatkach@gmail.com, stankov2006@ukr.net)

Національний університет «Одеська політехніка»

Розглянуто застосування інструментів штучного інтелекту в освітньому процесі. Проаналізовано приклади інтеграції сучасних сервісів. Визначено переваги та ризики використання ШІ в освіті.

Сучасна освіта стикається з викликами, пов'язаними з необхідністю індивідуалізації та підвищення мотивації студентів. Одним з напрямів вирішення цих проблем є інтеграція засобів штучного інтелекту у навчальний процес.

На сьогоднішній день у сучасній освітній практиці активно застосовуються різні ШІ-інструменти.

Інструменти на кшталт Quizlet та Anki широко використовуються студентами для запам'ятовування та повторення матеріалу. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє цим системам пропонувати адаптивні стратегії навчання, ґрунтуючись на індивідуальних потребах користувачів.

Quizlet [1] застосовує генерацію тестів та карток з використанням ШІ, що спрощує підготовку матеріалів. Anki [2], завдяки системі повторень з оптимальними інтервалами, підкріпленій аналітикою, ефективно сприяє довготривалому запам'ятовуванню.

До переваг використання цих інструментів належать персоналізація навчання, економія часу викладачів, гейміфікація освітнього процесу та підвищення залученості студентів.

Справжнім асистентом для пояснення складних тем і створення навчальних матеріалів є ChatGPT [3], який може генерувати приклади, формулювати тести, адаптувати пояснення до рівня підготовки студента та забезпечувати швидкий зворотний зв'язок, він активно використовується як у вищій освіті, так і в індивідуальному навчанні.

Інструмент NotebookLM [4] допомагає працювати з великими обсягами текстів і створювати конспекти. Інноваційні системи, як-от Perplexity AI [5] чи DeepL [6], застосовуються для пошуку інформації та перекладу, забезпечуючи студентам додаткові можливості для самоосвіти.

Дослідження показують, що адаптивні системи на основі ШІ сприяють підвищенню результатів навчання на 15-25% у порівнянні з традиційними методами [7]. Використання генеративних моделей, зокрема ChatGPT, дозволяє пришвидшити підготовку навчальних матеріалів і забезпечити нові формати взаємодії зі студентами.

Попри значні переваги, інтеграція ШІ в освіті супроводжується низкою ризиків:

- зростає ризик використання автоматизованих інструментів для виконання завдань та плагіату;
- алгоритмічна упередженість може відтворювати стереотипи;
- зберігання великих обсягів освітніх даних потребує додаткового захисту;
- доступ до ШІ-технологій залежить від соціально-економічних умов.

Ці виклики потребують комплексного підходу до регулювання, впровадження етичних стандартів та розробки освітніх стратегій, які забезпечать безпечне й ефективне використання ШІ у навчальному процесі.

Таким чином, технології ШІ відкривають нові можливості для індивідуалізації, гейміфікації та автоматизації навчання. Проте важливо зберігати баланс між інноваційними підходами та традиційними методиками, враховуючи етичні та соціальні виклики. Постійне розширення екосистеми ШІ-засобів створює умови для формування індивідуальних освітніх траєкторій і підвищення ефективності засвоєння знань. Водночас інтеграція ШІ сприяє розвитку цифрової грамотності та критичного мислення студентів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на пошук оптимальних моделей поєднання класичних освітніх стратегій із цифровими технологіями, що забезпечить сталий розвиток сучасної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Quizlet, "AI-powered learning tools". [Онлайн]. Доступно: <https://quizlet.com>
- [2] Anki, "Intelligent Flashcards System". [Онлайн]. Доступно: <https://apps.ankiweb.net>
- [3] OpenAI, "ChatGPT in Education: Applications and Opportunities". [Онлайн]. Доступно: <https://openai.com/education>.
- [4] Google, "NotebookLM – AI for research and learning". [Онлайн]. Доступно: <https://notebooklm.google>.
- [5] Perplexity AI, "AI-powered research assistant". [Онлайн]. Доступно: <https://www.perplexity.ai>.
- [6] DeepL, "AI-powered translation for education". [Онлайн]. Доступно: <https://www.deepl.com>.
- [7] Z. Bai, S. Mo, X. Peng, and H. Hao, "The impact of adaptive learning technology on student performance: A meta-analysis," *Computers & Education*, vol. 175, p. 104332, 2021. doi: 10.1016/j.compedu.2021.104332.

ВЕБ-КВЕСТ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В НАВЧАННІ ПОКАЗНИКОВИХ РІВНЯНЬ

УСЕВИЧ Т.С. (senchilo578512@gmail.com),

ФОНАРІУК О.В. (fonariuk-o@zu.edu.ua)

Житомирський державний університет імені І.Я.Франка

В даній роботі представляється концептуальна модель використання веб-квесту як інноваційного інструменту гейміфікації для підвищення ефективності навчання показникових рівнянь. Розглядаються теоретичні основи інтеграції ігрових механік у математичну освіту, методологічні принципи проєктування веб-квестів та їх потенціал для активізації пізнавальної діяльності учнів при вивченні складних алгебраїчних концепцій. Концепція базується на поєднанні інтерактивних ІКТ-засобів, зокрема GeoGebra та інтерактивних дошок, з елементами проблемного навчання та дослідницької діяльності.

Сучасний етап розвитку математичної освіти характеризується гострою потребою у пошуку інноваційних методів навчання [4], які б ефективно поєднували передачу фундаментальних знань з формуванням в здобувачів освіти стійкого пізнавального інтересу, розвитком здатностей до самостійного дослідницького пошуку та критичного аналізу інформації. Зокрема, традиційні підходи до викладання теми «Показникові рівняння», які ґрунтуються переважно на механічному засвоєнні алгоритмів розв'язання без глибокого розуміння їхньої математичної сутності, все частіше виявляють свою обмеженість та неефективність. У відповідь на ці виклики було запропоновано інноваційну концепцію навчального веб-квесту, який поєднує в собі ключові елементи проблемно-орієнтованого навчання, організації дослідницької діяльності учнів та механіки ігрової мотивації [1] для створення цілісного і захоплюючого навчального досвіду.

Теоретичним фундаментом розробленої концепції стала теорія самодетермінації Е. Деці та Р. Райана [5], яка акцентує увагу на критичній важливості задоволення трьох базових психологічних потреб особистості – потреби в автономності, компетентності та соціальній приналежності – для формування стійкої внутрішньої мотивації до навчання. Запропонована модель веб-квесту реалізує ці принципи шляхом створення інтерактивного наративного середовища, що надає учню свободу вибору, впровадження диференційованої системи викликів, що поступово зростають за рівнем складності, та забезпечення оперативного і змістовного зворотного зв'язку [3].

Методологія проєктування веб-квесту ґрунтується на принципі багаторівневої архітектури, що забезпечує послідовне і системне засвоєння учнями складного математичного матеріалу:

1. *Базовий рівень* передбачає інтуїтивне ознайомлення учнів з фундаментальним поняттям показника ступеня через активні інтерактивні маніпуляції з динамічними математичними об'єктами в середовищі GeoGebra [2].

2. *Етап формалізації* спрямований на плавне та послідовне введення строгої математичної нотації та правил перетворення показникових виразів, що ґрунтується на вже сформованих у учнів інтуїтивних уявленнях.

3. Рівень застосування зосереджується на систематичному опрацюванні та розв'язанні учнями стандартних типів показникових рівнянь з використанням засвоєних алгоритмів з метою формування стійких навичок.

4. Етап узагальнення орієнтований на організацію роботи з нестандартними та комбінованими завданнями, які вимагають творчого застосування знань і навичок у умовах математичного моделювання практичних ситуацій.

Технологічна реалізація концепції передбачає комплексну інтеграцію декількох спеціалізованих цифрових платформ, кожна з яких виконує унікальну функцію:

- *Twine* виступає ядром всієї системи, забезпечуючи створення гнучкого нелінійного наративу, управління складними сценаріями розгалуження та реалізацію механіків персоналізації навчального шляху.

- *GeoGebra*[2] слугує потужним інструментом для динамічної візуалізації властивостей показникових функцій, експериментального дослідження їхньої поведінки та візуальної перевірки отриманих розв'язків рівнянь.

- *Gynzy* використовується як ефективна платформа для організації колаборативної роботи учнів, спільного обговорення результатів, презентації власних досліджень та створення інтерактивних дошок.

Система оцінювання навчальних досягнень учнів в рамках веб-квесту є всебічною та комбінованою, оскільки інтегрує три основні форми: формативне оцінювання (реалізоване через миттєвий автоматизований зворотний зв'язок, контекстні підказки та рекомендації), сумативне оцінювання (яке проводиться у вигляді етапних контрольних заходів для перевірки загального рівня засвоєння матеріалу) та само- і взаємооцінювання (що передбачає рефлексію власного навчального процесу та аналіз рішень однокласників)[3]. Мотиваційні механізми системи включають візуалізацію прогресу (за допомогою системи рівнів, балів та досягнених віх), систему визнання досягнень (що реалізована через нагородження віртуальними бейджами та сертифікатами) та механіки соціальної взаємодії (включаючи рейтинги учасників, командні змагання та інструменти взаємопідтримки).[1]

Очікуваними педагогічними ефектами від впровадження запропонованої концепції є:

- У когнітивній сфері: досягнення учнями глибокого концептуального розуміння математичних абстракцій, активний розвиток креативного (творчого) математичного мислення та здатність встановлювати міжпредметні зв'язки з іншими дисциплінами.[4]

- У мотиваційній сфері: значне підвищення рівня внутрішнього інтересу до вивчення математики в цілому, помітне зниження рівня математичної тривожності та формування адекватної позитивної академічної самооцінки.[5]

- У соціальній сфері: цілісний розвиток комунікативних навичок, ефективної здатності до командної роботи та створення в класі атмосфери спільноти взаємного навчання і підтримки.[3]

До ключових *переваг* практичного впровадження даної концепції слід віднести глибоку персоналізацію навчального процесу, суттєве підвищення рівня мотивації та залученості учнів, цілісний розвиток їхніх цифрових компетентностей та наявність миттєвого зворотного зв'язку. Основними викликами на шляху реалізації є наявність певних технічних вимог до апаратного та програмного забезпечення навчальних закладів, необхідність організації кваліфікованого професійного розвитку вчителів, потенційний опір змінам з боку окремих учасників освітнього процесу, а також відносно високі початкові витрати на розробку та впровадження системи.

Отже, розроблена концепція навчального веб-квесту представляє собою сучасний та перспективний інструмент гейміфікації освітнього процесу, здатний кардинально трансформувати традиційні підходи до вивчення показникових рівнянь у середній школі. Запропонована модель активно сприяє переходу від пасивного засвоєння алгоритмічних процедур до активного, осмисленого та зацікавленого дослідження математичних закономірностей, формуючи в учнів не лише фундаментальні предметні знання, але й ключові компетентності, необхідні для успіху в ХХІ столітті. Перспективи подальших наукових досліджень у даному напрямку передбачають проведення експериментальної перевірки ефективності запропонованої моделі, дослідження можливостей її масштабування на інші розділи шкільного курсу математики, а також інтеграцію елементів штучного інтелекту для подальшої глибокої персоналізації навчальних траєкторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. K. M. Kapp, *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: John Wiley & Sons, 2012. 302 p. [Online]. Available: <https://www.wiley.com/en-us/The+Gamification+of+Learning+and+Instruction%3A+Game-based+Methods+and+Strategies+for+Training+and+Education-p-9781118096345>
- [2]. M. Hohenwarter *et al.*, "The strength of GeoGebra in the process of teaching and learning mathematics," in *Proc. 14th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*, 2019, pp. 243–248. [Online]. Available: <https://archive.geogebra.org/static/publications/2019-ICTMT14-GeoGebra-Strength.pdf>
- [3]. M. Sailer and L. Homner, "The gamification of learning: A meta-analysis," *Educational Psychology Review*, vol. 32, no. 1, pp. 77–112, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- [4]. OECD, *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)*, OECD Publishing, 2018. 68 p. [Online]. Available: <https://pisa2021-maths.oecd.org/files/PISA%25202021%2520Mathematics%2520Framework%2520Draft.pdf>
- [5]. R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," *American Psychologist*, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, 2000. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

УДК 37.013.3:004.8

ІГРОВІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ДИСЦИПЛІН

УШАТКІНА С. О. (ushatkinas@knu.edu.ua)

Криворізький національний університет

Сучасна освіта все більше орієнтується на інтерактивні та ігрові методики, що поєднують теоретичне навчання з практичними завданнями. Рольові, симуляційні та гейміфіковані підходи стимулюють мотивацію, розвиток креативного мислення, командної взаємодії та ухвалення рішень. Особливо ефективними вони є у навчанні комп'ютерних дисциплін, де моделюються реальні професійні ситуації. Використання онлайн-платформ та інтерактивних тренінгів дозволяє реалізовувати завдання у формі квестів, симуляцій та змагань. Ефективність методик залежить від чіткого визначення цілей, балансу освітньої та ігрової складової та підготовки викладача. Ігрові технології сприяють формуванню професійних компетентностей та розвитку ключових навичок студентів.

Сучасна освіта дедалі більше орієнтується на інтерактивні методи, що поєднують засвоєння теорії з розвитком практичних навичок. Традиційні методи викладання, особливо у дисциплінах, пов'язаних із комп'ютерними технологіями, часто не забезпечують повного залучення студентів та розвитку навичок командної роботи і адаптації до реальних робочих ситуацій. У зв'язку з цим виникає необхідність застосування методик, які поєднують навчальні завдання із активною діяльністю студентів. Ігрові методики створюють сприятливе середовище для пізнавальної та соціальної активності, стимулюють мотивацію та розвиток креативного мислення.

Ігрові методики у вищій освіті розглядаються сучасними науковцями як ефективний інструмент активізації навчального процесу та формування професійних компетентностей студентів. Згідно з визначенням, наданим О. Пометуном [2], ігрові технології – це комплекс організаційних та дидактичних прийомів, які спираються на ігрову діяльність і спрямовані на досягнення педагогічних цілей. Г. Селевко [1] уточнює, що дидактичні ігри створюють умови для моделювання реальних чи наближених до них ситуацій і формування в учасників навичок ухвалення рішень у безпечному навчальному середовищі. Таким чином, ігрові методики поєднують інтерактивні та практичні форми навчання з елементами гри, що дозволяє підвищувати

мотивацію студентів, активізувати мислення та забезпечувати розвиток ключових компетентностей.

Наукова література виділяє кілька основних видів ігрових методик, які застосовуються в освітньому процесі. Перш за все, це **рольові ігри**, у яких учасники приймають різні соціальні або професійні ролі та взаємодіють між собою у межах заданого сценарію. Такі ігри широко застосовуються для розвитку комунікативних навичок і формування практичних умінь у вирішенні професійних завдань. Другий тип – **симуляційні або ділові ігри**, які моделюють складні процеси чи ситуації реальної діяльності та дають змогу студентам приймати стратегічні рішення. Також поширені **гейміфіковані методики**, що використовують елементи гри – бали, рівні, нагороди, лідерборди – у традиційних навчальних завданнях без створення повноцінної сюжетної гри. Окремо виділяють **серйозні комп'ютерні ігри (serious games)**, які поєднують цифрові технології, інтерактивність і навчальний контент для розвитку як професійних, так і загальних компетентностей. Кожен із цих видів має свої особливості та може застосовуватися залежно від навчальної мети та специфіки дисципліни [1, 2, 3].

Практика застосування ігрових методик демонструє їхню ефективність у різних галузях освіти, особливо у навчанні комп'ютерних дисциплін. Платформи та онлайн-ресурси дозволяють реалізовувати інтерактивні симуляції, гейміфіковані середовища та тренінгові програми, що моделюють реальні робочі процеси. Наприклад, використання Moodle, Google Classroom у поєднанні з Kahoot!, Quizizz або Classcraft дозволяє організувати завдання у формі квестів, інтерактивних тестів та командних змагань, підвищуючи залученість студентів і стимулюючи виконання завдань.

Практичне застосування ігрових методик у навчанні комп'ютерних технологій може мати різні форми. Одним із найпоширеніших є **симуляційні завдання**, де студенти виконують ролі розробників, тестувальників або менеджерів проєктів. Наприклад, у курсах інженерії програмного забезпечення студенти розробляють прототипи програмних продуктів, виконують рольові завдання та реагують на зміну «вимог клієнта» в межах ігрового сценарію. Такі методи дозволяють поєднувати опанування технічних навичок із розвитком командної взаємодії та критичного мислення.

У навчанні баз даних, системного адміністрування та кібербезпеки ефективними є **тренінгові симуляції та квести**, де студенти виконують послідовність завдань, пов'язаних із створенням бази даних, оптимізацією запитів, захистом інформації або відновленням роботи серверу після збою. У сфері кібербезпеки широко застосовуються навчальні змагання типу CTF (Capture the Flag), що максимально наближено до умов професійної діяльності. Такі підходи розвивають технічні компетентності, стратегічне планування, командну роботу та ухвалення рішень у стресових умовах.

Досвід упровадження ігрових методик у ЗВО підтверджує їхню ефективність. Зокрема, українські дослідження демонструють, що використання гейміфікації на курсах комп'ютерних дисциплін підвищує відвідуваність занять, рівень самостійної роботи студентів і якість виконання практичних завдань [3]. Аналогічні результати отримані в зарубіжних дослідженнях: інтеграція ігор у навчальний процес позитивно впливає на мотивацію, формує навички проблемного мислення та креативність [4].

Водночас ефективність ігрових методик у вищій школі залежить від багатьох чинників. Серед них ключовими є чітке визначення навчальних цілей, баланс між ігровою та освітньою складовими, рівень підготовки викладача та ресурсне забезпечення. Надмірна орієнтація на розважальний компонент може знизити академічну цінність заняття, тоді як продуманий сценарій гри та етап рефлексії дозволяють максимально реалізувати освітній потенціал методики.

Висновки дослідження свідчать, що ігрові методики є потужним інструментом формування професійних компетентностей студентів у закладах вищої освіти. Вони сприяють підвищенню мотивації, розвитку критичного мислення, креативності та ефективної командної взаємодії. Особливо ефективними ці методики є у навчанні дисциплін, пов'язаних із комп'ютерними технологіями, де поєднуються теоретична підготовка та практична діяльність. Перспективи розвитку ігрових технологій пов'язані з створенням адаптивних гейміфікованих платформ, інтеграцією симуляцій у дистанційне та змішане навчання, а також вивченням впливу культурного та психологічного контексту на ефективність їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Г. Селевко, *Дидактичні ігри: теорія та методика*, Москва: Видавництво «Просвещение», 2005.
2. О. Пометун, *Ігрові технології в освіті: теорія та практика*, Київ: Видавництво «Освіта України», 2014.
3. Н. І. Крохмальна and О. V. Ключінська, «Гейміфікація навчального процесу у вищій освіті: досвід та перспективи,» *Педагогічний часопис Донбасу*, vol. 1, no. 1, pp. 45–52, 2019.
4. S. Subhash and E. A. Cudney, «Gamification in education: A review of literature,» *Computers in Human Behavior*, vol. 87, pp. 192–206, 2018.

УДК 37.091.2:793.7

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В ОСВІТІ

ФРАНЧУК Н.П., ВОЗНЕСЕНСЬКИЙ М.А.

(n.p.franchuk@npu.edu.ua; 20fi.m.voznesenskyi@std.npu.edu.ua)

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

Сучасна освіта перебуває на етапі трансформації, що зумовлена цифровізацією суспільства та зростаючими вимогами до індивідуалізації освітнього процесу. Одним із перспективних напрямів удосконалення освітнього середовища є гейміфікація – використання ігрових технік та елементів гри в неігрових контекстах, а з метою підвищення мотивації та залучення здобувачів освіти.

Ключові слова: гейміфікація, персоналізація навчання, гейміфікація в освіті, тенденції розвитку гейміфікації.

Вступ. Ефективність гейміфікації в освіті засвідчує її значний потенціал як інструменту підвищення мотивації здобувачів освіти та формування ключових компетентностей завдяки використанню ігрових технік і системи зворотного зв'язку. Водночас для досягнення бажаного педагогічного ефекту важливо забезпечити узгодженість ігрових елементів із навчальними цілями, поступове ускладнення завдань і належну підтримку як здобувачів освіти, так і педагогів. Автори [1] стверджують, що це можливе лише за умов системного планування, постійного моніторингу результатів і гнучкого реагування на потреби учасників освітнього процесу. Гейміфікація здатна залишатися не просто цікавою формою організації навчання, а й дієвою стратегією розвитку сучасного освітнього середовища. Кюї Занг (Qi Zhang) [2] провів емпіричне дослідження, що мало на меті дослідити та порівняти фактичний вплив ігрових підходів гейміфікації та лудизації на успішність у навчанні та мотивацію. У результаті цього дослідження було зроблено висновок про те, що ігрові підходи можуть мати незначний вплив на успішність у навчанні або мотивацію. Нецільове використання, надмірне спрощення та залежність від зовнішніх винагород призводять до нестабільного або контрпродуктивного впливу ігрового досвіду.

У роботі [3] описано основні принципи освітньої гейміфікації та зроблено висновок, що це ефективний інструмент сучасної освіти для мотивації та натхнення до навчання.

Гейміфікація показала вищий позитивний ефект порівняно з підходами на основі серйозних ігор з огляду на результати і мотиваційні субшкали (самоефективність, внутрішня та зовнішня мотивація тощо).

На офіційній сторінці Національної освітньої платформи Всеосвіта розміщено методичний матеріал з використання гейміфікації в контексті Нової української школи [4], де описано різні підходи до використання ігор та чому важливо використовувати її в освітньому процесі.

Основний матеріал. Аналіз наукових досліджень показує, що основними тенденціями розвитку гейміфікації в освіті є:

1. *Персоналізація навчання* – застосування індивідуальних маршрутів, що враховують рівень підготовки, темп і стиль навчання здобувачів освіти. Через адаптивні платформи можна формувати унікальні сценарії гейміфікації для кожного користувача.
2. *Інтеграція цифрових технологій* – використання мобільних програмних засобів, віртуальної та доповненої реальності, інтерактивних симуляцій, що підвищує залученість і створює ефект присутності в навчальному середовищі.
3. *Соціальна взаємодія та колаборація* – упровадження командних ігор, змагальних механізмів, лідербордів та систем балів, що стимулюють співпрацю, розвиток комунікативних навичок та здатності працювати в групі.
4. *Формування м'яких навичок (soft skills)* – гейміфікаційні підходи все частіше використовуються для розвитку критичного мислення, креативності, управління часом та емоційного інтелекту.
5. *Аналітика та вимірювання результатів* – зростає увага до збирання й аналізу даних про участь, досягнення та прогрес учасників, що дозволяє удосконалювати механіки гри та робити їх більш ефективними.
6. *Поєднання з концепціями STEM та STEAM-освіти* – гейміфікація виступає ефективним інструментом популяризації технічних та творчих дисциплін, знижуючи бар'єри сприйняття складних тем.

Важливим аспектом сучасних досліджень є виявлення потенційних ризиків і викликів, пов'язаних із надмірним використанням ігрових елементів, що може призвести до зниження внутрішньої мотивації або формування залежності від зовнішніх стимулів. Тому актуальним є пошук оптимального балансу між ігровими та традиційними освітніми підходами.

Висновки. Підсумовуючи, гейміфікація поступово стає невіддільною складовою освітніх стратегій, сприяючи формуванню мотиваційного середовища, розвитку компетентностей ХХІ століття та підвищенню якості засвоєння знань. Подальші дослідження спрямуємо на розроблення адаптивних моделей гейміфікації, які враховуватимуть вікові, когнітивні та психологічні особливості здобувачів освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маринич В. Ю., Ріппа С. П. Гейміфікація в освіті: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. *Цифрова економіка*, 5–6 черв. 2025 р., м. Київ / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана [та ін.] ; [оргком.: Д. Г. Лук'яненко (голова) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2025. С. 923–927. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8ba33972-d7e6-41a4-baa6-e1ca6dbad37f/content>.
2. Qi Zhang. Investigating the Effects of Gamification and Ludicization on Learning Achievement and Motivation: An Empirical Study Employing Kahoot! and Habitica. Source Title: *International Journal of Technology-Enhanced Education (IJTEE)* 2(1). DOI: 10.4018/IJTEE.326127. URL: <https://www.igi-global.com/journal/international-journal-technology-enhanced-education/296241>.
3. Франчук Н.П., Швидун Л. П. Гейміфікація в освіті: матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації*. Одеса: Видавництво ОНТУ, 28-29 вересня 2023 р. Одеса, 2023 р. С. 96-97. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/45400>
4. Освітня гейміфікація в контексті НУШ | Презентація. Початкова освіта. URL: <https://vseosvita.ua/library/osvitnia-heimifikatsiia-v-konteksti-nush-686046.html>

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ЯК СУЧАСНОГО МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ІТ-НАПРЯМУ

ФРОЛОВ І.М., (ihor.frolov@e-u.edu.ua),

Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

У цій роботі розглянуто методи та особливості впровадження гейміфікації в навчальний процес підготовки фахівців галузі ІТ. Досліджено особливості застосування ігрових елементів на прикладі дисциплін «Життєвий цикл програмного забезпечення» та «Бізнес-аналітика в ІТ». Зазначено переваги гейміфікації, зокрема зростання мотивації, розвиток як професійних, так і особистісних навичок, персоналізацію навчання. Також приділено увагу потенційним ризикам: орієнтація учнів на нагороди замість знань, потреба у додаткових ресурсах та складність інтеграції в навчальний процес.

Цифровізація усіх сфер життєдіяльності, розвиток технологій штучного інтелекту та впровадженні інформаційно-комунікаційних технологій викликає потребу суспільства у компетентних ІТ-фахівцях, тому особливої актуальності та стратегічного значення набуває питання розробки інноваційних методик викладання дисциплін сфери ІТ. Класичні методики викладання, що зосереджені на формуванні в освітян теоретичної бази знань та формуванні окремих практичних навичок, на сьогоднішній день не спроможні задовольнити вимоги ІТ-індустрії, яка потребує від майбутніх фахівців розвитку таких ключових компетентностей, як критичне мислення, вміння працювати в команді, креативність, гнучкість у прийнятті рішень, комунікаційні навички та здатність застосовувати знання у комплексних практичних завданнях. Сьогодні лекції та семінари не можуть забезпечити належний рівень мотивації здобувачів освіти, що негативно впливає на їхню інтеграцію в освітній процес, спрямований на формування професійних компетентностей.

Перспективним рішенням проблеми удосконалення освітнього процесу відповідно до сучасних вимог щодо посилення мотивації здобувачів освіти та ефективного формування професійних компетентностей, є гейміфікація. Цей підхід інтегрує ігрові механіки в освітній процес, що дозволяє поєднати ігрову діяльність із навчальними цілями. Це дозволить підвищити рівень інтерактивності, мотивації та загальної результативності навчання.

Гейміфікація та її впровадження в освітній процес є актуальним напрямом дослідження для багатьох науковців по всьому світу. П. Камалеш Кумар та К. Вайраван [2] у своїй роботі аналізували вплив елементів гейміфікації на мотивацію та утримання користувачів у застосунку для вивчення мови. Міхаїл Калогіанакіс, Стаматіос Пападакіс та Алкіноос-Іоанніс Зурмпакіс [1] приділили увагу пошуку тенденцій у застосуванні гейміфікації в природничо-науковій освіті в результаті чого виявили можливість позитивного впливу на рівень мотивації здобувачів освіти та їх навчальні досягнення. Н. Г. З. Манріке, Ф. Т. Морільйо та А. М. Г. Ф. Гарсія [4] досліджували труднощі впровадження гейміфікації для викладачів, а М. Р. Ф. Санчес [3] провела систематичний огляд моделей навчального дизайну, що застосовуються в гейміфікації.

Однак більшість існуючих досліджень зосереджені на застосуванні загальних принципів гейміфікації до освітніх дисциплін у загальному контексті, тому не враховують специфіку адаптації гейміфікації до викладання ІТ-дисциплін, зокрема таких, як програмування, бізнес-аналітика, кібербезпека та інші.

Головним завданням цієї роботи є дослідження специфічних аспектів гейміфікації у контексті ІТ-дисциплін, зокрема для таких курсів, як «Життєвий цикл програмного забезпечення» та «Бізнес-аналітика в ІТ», а також визначення переваг та потенційних ризиків впровадження таких підходів у навчальні методики.

Гейміфікація є інноваційним підходом, сутність якого полягає в інтеграції ігрових елементів та механік у неігрове середовище, зокрема в освітній процес. Для створення інтерактивного та динамічного освітнього середовища, що підвищує ефективність сприйняття та засвоєння інформації, застосовуються ключові компоненти гейміфікації. До них належать бали, що використовуються для кількісної оцінки прогресу, рейтинги, що стимулюють конструктивну

конкуренцію, бейджі як візуальні маркери досягнень, а також сюжетні лінії та квести, що роблять процес навчання динамічним та цікавим [1, 2].

Нагороди у вигляді балів та бейджів слугують чинником зовнішньої мотивації здобувачів освіти, забезпечуючи відчуття визнання та успіху. Водночас, використання нетипових завдань, освітніх викликів та сюжетів впливає на внутрішню мотивацію студентів, викликаючи задоволення від самого процесу здобуття знань, а не лише від кінцевого результату [1-3]. Активне залучення здобувачів освіти до пошуку рішень сприяє розвитку необхідних компетенцій та навичок, що є особливо важливим для ІТ-дисциплін [4].

Трансформація навчальних курсів і дисциплін сфери ІТ шляхом інтеграції ігрових механік є перспективним напрямом розвитку освітнього процесу [1-3]. Для дослідження методів впровадження гейміфікації можна розглянути такі навчальні дисципліни ІТ-спрямування, як «Життєвий цикл програмного забезпечення» та «Бізнес-аналітика в ІТ». На їх основі можна сформувати сценарії з використанням системи рівнів, внутрішньоігрових завдань і досягнень, орієнтованих на розвиток hard та soft skills здобувачів освіти, стимулювання їхньої активності та підтримки рівня мотивації [1, 2].

Процес впровадження гейміфікації під час вивчення дисципліни «Життєвий цикл програмного забезпечення» можна реалізувати через залучення студентів до розробки віртуального ІТ-продукту чи стартапу, в якому вони відіграватимуть ролі розробників, тестувальників, аналітиків і менеджерів проєкту. Система рівнів може бути застосована для послідовного проходження етапів життєвого циклу, наприклад, збір вимог, проєктування, розробка, тестування, впровадження та супровід, що ведуть до фінального рівня — здачі проєкту. За виконання завдань на кожному рівні, залежно від якості коду, документації та ефективності рішень, здобувачі освіти отримуватимуть «бали досвіду» та бейджі.

Здобуті під час навчання бали досвіду або особливі лімітовані бейджі учасники команди матимуть можливість обміняти на «розблокування» додаткових ресурсів, підказки від викладача та доступ до прихованих кейсів із підвищеною складністю. Використання цих механік дозволить здобувачам освіти відстежувати свій навчальний прогрес, отримувати миттєвий зворотний зв'язок та мотивуватиме їх працювати для конвертації нагород у корисні знання та компетентності. Сам сценарій та рівні дозволять викладачам застосовувати отримані знання для вирішення практичних кейсів через залучення до реальних професійних завдань. Робота над віртуальним проєктом спонукатиме здобувачів освіти до командної роботи та дозволить їм розвивати комунікаційні навички й інші soft skills. Можливість вибору методів конвертації балів зробить процес навчання більш гнучким і адаптивним до потреб команди.

Для удосконалення дисципліни «Бізнес-аналітика в ІТ» гейміфікація може базуватись на впровадженні кейсових симуляцій. У таких симуляціях здобувачі освіти отримуватимуть віртуальні бізнес-запити від «клієнтів», якими можуть виступати викладачі або інші студенти. Завдання полягатимуть у зборі та аналізі даних, побудові дашбордів, формулюванні інсайтів і підготовці звітів.

За кожне успішно завершене завдання учасники отримуватимуть рейтингові бали, а також спеціальні бейджі компетентного аналітика, як-от «Data Wrangler», «Insight Creator» чи «Dashboard Guru». Система оцінювання може включати таблицю лідерів, що сприятиме елементу здорової конкуренції. Під час вивчення дисципліни бали можна буде отримати за такі дії, як успішна побудова аналітичного дашборду, використання інструментів Power BI або Tableau, виявлення прихованих трендів у даних, підготовка переконливої презентації результатів проведеної аналітики, участь у дебатах щодо інтерпретації аналітики, надання конструктивного фідбеку одногрупникам і викладачу.

Для розвитку професійних компетентностей, підвищення зацікавленості у навчанні та формування гнучкого освітнього досвіду, отримані бали можна буде витратити на доступ до додаткових масивів даних (наприклад, API, open-data, CRM-звіти), розблокування міні-курсів або туторіалів, а також симуляцію роботи з реальним бізнес-клієнтом. Така модель навчання дозволяє ефективно формувати аналітичне мислення, навички роботи з BI-інструментами та презентаційні компетентності.

Аналіз попередніх досліджень інтеграції гейміфікації в освітній процес та досвід і особливості викладання зазначених дисциплін дозволяє виділити переваги та потенційні ризики

гейміфікації у навчальні методики ІТ-дисциплін. Серед переваг варто виділити підвищення навчальної мотивації за рахунок використання елементів для чіткого розуміння освітніх досягнень, таких як бали, бейджі та професійні рівні, що сприяють залученості здобувачів освіти у навчання. Якісні освітні сценарії допомагають ефективніше засвоювати навчальний матеріал та розвивати професійні компетентності на прикладі реальних робочих ситуацій. Командна робота у гейміфікованих сценаріях сприяє розвитку комунікації, лідерства, критичного мислення, тайм-менеджменту та інших критично важливих для ІТ-фахівця компетентностей. В свою чергу, механіка рівнів та розвинута система винагород сприяє персоналізації освітнього процесу та формуванню індивідуальних освітніх траєкторій.

Однак для ефективної гейміфікації освітнього процесу необхідно розуміти та уникати потенційних ризиків [2, 4], зокрема сприйняття гейміфікації деякими студентами як елементу який буде відволікати від суті навчання. У разі неправильного балансу між навчальним контентом і гейміфікованими елементами існує ризик, що студенти будуть орієнтовані виключно на отримання балів чи бейджів, а не на глибоке розуміння матеріалу. Варто зазначити, що розробка якісного гейміфікованого курсу потребує значних зусиль від викладача та ресурсів: часу, креативності, технічної підтримки (LMS, інтеграція балів, рейтингу тощо), постійного оновлення і адаптації сценаріїв, а також правильної кореляції із традиційними системами оцінювання.

Підсумовуючи, гейміфікація є ефективним інструментом підвищення мотивації, залученості та успішності здобувачів освіти у процесі вивчення ІТ-дисциплін. Розроблені сценарії гейміфікації для дисциплін «Життєвий цикл програмного забезпечення» та «Бізнес-аналітика в ІТ» демонструють можливість цілеспрямованого формування як технічних (hard skills), так і міжособистісних (soft skills) компетентностей, що є критично важливими для підготовки майбутніх ІТ-фахівців. Впровадження таких підходів дозволяє не лише покращити якість засвоєння знань, але й сприяє формуванню аналітичного мислення, креативності, вміння працювати в команді, приймати рішення в умовах невизначеності та адаптуватися до змін.

Водночас, ефективне застосування гейміфікації вимагає комплексного підходу до її впровадження, що передбачає педагогічну доцільність, технічну підтримку та обізнаність викладачів з принципами ігрового дизайну. До потенційних ризиків можна віднести: перенесення фокусу з освітнього змісту на механіку нагород, неоднорідне сприйняття ігрових методів студентами та підвищене навантаження на педагогів у процесі розробки гейміфікованого контенту. За умов обґрунтованого та збалансованого застосування, гейміфікація виступає як сучасний і перспективний підхід до модернізації освітнього процесу у сфері ІТ, сприяючи підвищенню якості навчання, розвитку професійних компетентностей та адаптації здобувачів освіти до вимог динамічного цифрового середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. Kalogiannakis, S. Papadakis та A.-I. Zourmpakis, "Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature", *Educ. Sci.*, т. 11, № 1, с. 22, січ. 2021. Дата звернення: 05 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>.
2. P. K. Kumar та C. Vairavan, "The Impact of Gamification on Motivation and Retention in Language Learning: An Experimental Study Using a Gamified Language Learning Application", *INTI J.*, т. 2024, № 1, листоп. 2024. Дата звернення: 07 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.61453/intij.202444>
3. A. González-Fernández, F.-I. Revuelta-Domínguez та M. R. Fernández-Sánchez, "Models of Instructional Design in Gamification: A Systematic Review of the Literature", *Educ. Sci.*, т. 12, № 1, с. 44, січ. 2022. Дата звернення: 05 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.3390/educsci12010044>.
4. I. Araújo та A. A. Carvalho, "Enablers and Difficulties in the Implementation of Gamification: A Case Study with Teachers", *Educ. Sci.*, т. 12, № 3, с. 191, берез. 2022. Дата звернення: 06 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.3390/educsci12030191>.

ІНТЕРАКТИВНІ МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ: ВІД AR/VR ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ

ХРИСТИНЕЦЬ Н.А. (n.khrystynets@lutsk-ntu.com.ua)

Луцький національний технічний університет,

Сучасний освітній процес дедалі більше залежить від мультимедійних технологій, що забезпечують інтерактивність і глибше засвоєння знань. Традиційні методи, орієнтовані на вербальну подачу, поступово втрачають ефективність у цифрову епоху. Використання AR/VR, інтелектуальних платформ і мультимедійних візуалізацій довело свою результативність: експерименти Кембриджу показали зростання розуміння просторових моделей на 34%, Гарварду – підвищення мотивації студентів на 29%, МІТ – збільшення успішності на 25%, а НТУ «ХПІ» – скорочення часу засвоєння теми на 20%. Проте ключовою проблемою залишається недостатня підготовка викладачів і відсутність чітких методичних моделей інтеграції. Для ефективного використання мультимедійних систем потрібне комплексне поєднання технологічного, дизайнерського, педагогічного та аналітичного підходів. Це відкриває шлях до створення інноваційного навчального середовища.

Сучасний освітній процес дедалі більше залежить від інноваційних мультимедійних технологій, які забезпечують не лише передачу знань, а й створюють умови для активної взаємодії студентів із навчальним середовищем.

Постановка проблеми полягає в тому, що традиційні форми викладання, орієнтовані переважно на вербальну подачу матеріалу, втрачають свою ефективність в умовах цифрової культури студентів. Попри стрімкий розвиток AR/VR-систем, інтелектуальних навчальних платформ та інтерактивних візуалізацій, існує методичний вакуум: викладачі часто не володіють готовими моделями інтеграції цих інструментів у навчальний процес, а студенти використовують мультимедійні технології здебільшого для розваг, а не для навчання.

Аналіз досліджень показує, що мультимедійні системи суттєво впливають на якість засвоєння знань. Зокрема, результати експериментів Кембриджського університету у 2022 році [1] свідчать, що використання VR-симуляцій у навчанні інженерних спеціальностей підвищує рівень розуміння складних просторових конструкцій на 34% порівняно з традиційними методами. У 2021 році були проведені дослідження [2] Гарвардської школи освіти, які підтвердили, що студенти, які навчалися з використанням інтерактивних мультимедійних модулів, показали на 29% вищий рівень мотивації та залученості. Українські вчені також долучаються до цієї проблематики: у науковому звіті [3] НТУ «ХПІ» 2023 року зазначено, що «поєднання мультимедійних лекцій і віртуальних лабораторних робіт дозволило скоротити час засвоєння теми «Архітектура комп'ютера» на 20%».

Особливий інтерес викликають дослідження в сфері персоналізованих мультимедійних платформ. Так, експеримент Массачусетського технологічного інституту [4] довів, що використання систем на основі штучного інтелекту, які адаптують навчальний контент під індивідуальні потреби студентів, збільшило середній показник успішності на 25%. Крім того, інтеграція гейміфікаційних елементів у мультимедійні системи, за даними Сеульського національного університету у 2022 році [5], знизила рівень відсіву студентів із курсів на 18%. Ці результати підтверджують, що мультимедійні інструменти не лише збагачують зміст навчання, а й створюють нові умови для стійкої пізнавальної мотивації.

Узагальнені результати досліджень (рис. 1) дозволяють зробити висновок, що інтеграція мультимедійних систем в освіту потребує комплексного підходу до підготовки фахівців.

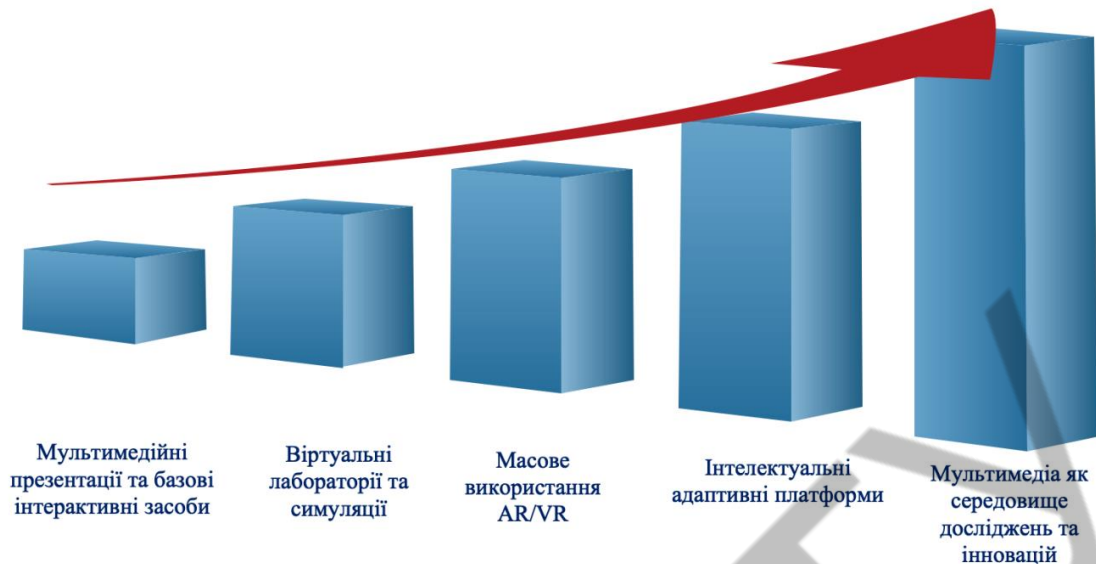


Рисунок 1 – Схема росту потреб у сфері мультимедійних систем

Як видно, початковий етап передбачає використання мультимедійних презентацій та базових інтерактивних засобів для підвищення наочності викладання. Другим етапом іде впровадження віртуальних лабораторій та інтерактивних симуляцій, що замінюють частину традиційних практичних занять. Далі – масове використання AR/VR-технологій, які формують новий тип освітнього середовища, максимально наближеного до реальних виробничих чи дослідницьких умов. Слідом іде поява інтелектуальних платформ для адаптивності навчання, автоматизованого контролю знань і персоналізації освітніх траєкторій. Завершальним етапом є інтеграція мультимедійних систем у міждисциплінарні освітні й наукові проекти, де мультимедіа стає не лише інструментом навчання, а й повноцінним середовищем дослідження та інновацій.

Таблиця 1. Систематизація напрямів підготовки фахівців у сфері мультимедійних технологій

Напрямок підготовки фахівця	Змістовний акцент	Результати досліджень провідних навч. закладів	Приклади застосування
Технологічний	Програмування мультимедійних платформ, інтеграція AR/VR, робота з датчиками	Cambridge, 2022: +34% у розумінні просторових моделей	VR-лабораторії, симулятори для інженерів
Дизайнерський	UX/UI-дизайн, візуалізація навчальних матеріалів, 3D-моделювання	Seoul Nat. Univ., 2022: –18% відсіву завдяки гейміфікації	Інтерактивні курси, візуальні симуляції
Педагогічний	Методика викладання з мультимедіа, адаптивне навчання	Harvard, 2021: +29% мотивації студентів	Мультимедійні лекції, віртуальні експерименти
Аналітичний	Використання learning analytics, оцінювання ефективності	MIT, 2020: +25% успішності завдяки персоналізації	Системи збору та аналізу даних про навчання
Інтеграційний	Поєднання технічних, дизайнерських і педагогічних підходів	НТУ «ХП», 2023: –20% часу засвоєння теми	Комплексні мультимедійні освітні платформи

Подана схема демонструє, що зростання потреб відбувається не лише кількісно, а й якісно: від елементарних засобів візуалізації до повноцінних інтелектуальних середовищ, які вимагають від фахівців нового рівня компетентностей і відкривають можливості для глибокої трансформації освіти.

Проблемою залишається недостатня підготовка педагогічних кадрів до використання сучасних мультимедійних систем. Часто викладачі стикаються з бар'єрами технічної компетентності, браком часу для створення власних мультимедійних матеріалів і відсутністю системної методичної підтримки. Саме тому особливої актуальності набуває систематизація напрямів підготовки фахівців у сфері мультимедійних технологій (табл. 1).

Таким чином, аналіз сучасних досліджень показує, що інтерактивні мультимедійні системи мають значний потенціал підвищення ефективності навчального процесу. Вони дозволяють оптимізувати час, покращити мотивацію студентів, знизити рівень відсіву та сприяти глибшому розумінню складних понять. Проте головною умовою їх успішної інтеграції є формування нової моделі підготовки фахівців, де педагогічна, технологічна та аналітична складові функціонують як єдиний цілісний комплекс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gittinger M., Wiesche D. Systematic review of spatial abilities and virtual reality: The role of interaction. *Journal of Engineering Education*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1002/jee.20568> (date of access: 30.08.2025).
2. Use of Interactive Technologies to Increase Motivation in University Online Courses / J. Guala-Moya et al. *Education Sciences*. 2024. Vol. 14, no. 12. P. 1406. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci14121406> (date of access: 31.08.2025).
3. Сокол Є. ЗВІТ РЕКТОРА НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ». Харків: XXI, 2023. 141 с. URL: https://public.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2024/01/ZVIT-rektora-NTU-HPI-za-2023-rik.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.09.2025).
4. Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A.-T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Education Sciences*, 13(12), 1216. <https://doi.org/10.3390/educsci13121216>
5. Park J.-H., Lee B. Holographic techniques for augmented reality and virtual reality near-eye displays. *Light: Advanced Manufacturing*. 2022. Vol. 3, no. 1. P. 1. URL: <https://doi.org/10.37188/lam.2022.009> (date of access: 01.09.2025).

УДК 794.8:37.018.54:305-055.2

ВІДЕОІГРИ ЯК ОСВІТНІЙ ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ГЕНДЕРНО-ІНКЛЮЗИВНОГО СВІТОГЛЯДУ: ВІД СТЕРЕОТИПІВ ДО РІВНОСТІ

ЧІКАРЬКОВА М.Ю. (chikarkova@ukr.net)

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

У статті розглянуто відеоігри як інструмент формування гендерно-інклюзивного світогляду у навчальному процесі (курси «Гендер у культурі», «Комп'ютерні ігри як соціокультурний феномен»). Проаналізовано еволюцію репрезентації жінок у цифрових наративах: від об'єктивації та андроцентричних сюжетних стратегій («жінка в холодильнику», «дама в біді») до зображення повноцінних персонажів із власною історією та характером. Наведено приклади відеоігор 1980–2010-х років, що закріплювали гендерні стереотипи, а також сучасні приклади зміни акцентів у бік рівності.

Комп'ютерні ігри вже давно впливають на соціальну свідомість та певною мірою формують нашу ідентичність. Т. Зінов'єва цілком слушно наполягає на розгляді відеоігор як однієї з форм

глибоких (глибинних) медіа, які «здатні не лише ділитися інформацією, але й сприяти залученню спільноти до суспільно важливих питань через захоплюючу розповідь й елементи гейміфікації» [1, с. 51]. І це вже давно стало частиною нашої соціокультурної реальності.

Нині ми багато говоримо про побудову інклюзивного суспільства, одним з важливих аспектів якого є гендерна рівність. Метою нашої розвідки є продемонструвати еволюцію репрезентації образу жінки у комп'ютерних іграх (можливість вибору жіночого гендеру як протагоніста, стереотипні гендерні сценарії, наративні стратегії, пов'язані з жінками тощо)¹. Матеріал, представлений тут, репрезентований під час викладання дисциплін «Гендер в культурі» та «Комп'ютерні ігри як соціокультурний феномен», під час вивчення яких ми окремо розглядаємо соціокультурну проблематику, у тому числі – репрезентації жіночого гендера у відеоіграх у візуальному та наративному аспектах.

Для формування гендерно-інклюзивного світогляду у здобувачів вищої освіти потрібно насамперед навчити їх розпізнавати гендерні стереотипи й андроцентричні наративні стратегії. Відеоігри сьогодні є найбільш популярним видом мистецтва серед молоді. «Масова культура має потужний вплив на формування гендерних ідентичностей, відтворюючи та трансформуючи існуючі стереотипи. Усвідомлення цього впливу є важливим кроком до побудови більш інклюзивного та рівноправного суспільства» [2, с. 132]. Отже, комп'ютерні ігри дають неабиякі можливості щодо формування інклюзивних цінностей серед молоді. І тут є кілька напрямків аналізу, на які варто звернути увагу.

Почнемо з такої категорії ігор, геймплей яких повністю побудований на об'єктивації жіночого тіла. Характерним прикладом тут може бути «Dead or Alive Xtreme Beach Volleyball» (2003). У грі немає наративної глибини, складних характеристик тощо, а персонажі повністю вкладаються у гендерні стереотипи. Геймплей заснований на механіці пляжного волейболу, і візуальна складова тут – типовий «male gaze»: погляд гетеросексуального чоловіка, який насолоджується молодими гарними тілами на тлі тропічної природи.

Андроцентричні наративні стратегії були надзвичайно популярними у 2000-ні роки. Наприклад, у багатьох іграх трапляється фабула «жінка в холодильнику» (англ. Women in Refrigerators). Її характерні ознаки: жіночий персонаж (частіше за все – кохана протагоніста) не має власного сюжетного розвитку, оскільки вона гине (піддається насиллю) вже на початку історії (або ще до її початку). Основна її місія – стати тригером для розвитку сюжетної колізії, в основі якої зазвичай лежить помста героя-чоловіка.

Велика кількість комп'ютерних ігор будується на цьому прийомі, що дозволяє констатувати гендерну нерівність у наративних стратегіях: жінки не мають власного голосу і слугують лише об'єктами, які повинні задати мотивацію героєві-чоловіку. Так, у грі «Max Ryan» (2001) у прологу жорстоко вбивають дружину та дитину головного героя, що дає йому мотив до помсти. У грі «The Darkness» (2007) кохана головного героя Дженні гине на його очах, і він не може перешкодити цьому (це «зашито» у кат-сцену), а її смерть стає психологічним тригером для подальших подій.

Іноколи сам протагоніст може вбити кохану, але це подається як фатальна трагедія, в якій жінка виступає лише суб'єктом, жертвою. Так, у «God of War» (2005) дружина і донька вбита протагоністом – Кратосом, котрий перебував під впливом Ареса. Через це герой обирає шлях месника, хоча й відчуває власну провину. У «Gears of War 2» (2008) Домінік Сантьяго вбиває свою дружину через жаль до неї (він знаходить її в такому жакливному стані, що розуміє – смерть для неї буде гуманнішим виходом). Пік популярності цієї сюжетної стратегії припадає на 2000-ні, але і зараз вона не є рідкістю (хоча зазвичай трапляється вже у більш завуальованому вигляді).

Наступна суто андроцентрична наративна стратегія, відома ще з первісних часів, коли вона нерідко ставала центром побудови міфологічного сюжету – «дама в біді» (Damsel in Distress). Це сюжетне кліше, де жінка постає беззахисною та безпомічною жертвою, яка може лише пасивно чекати на звільнення її героєм-чоловіком. Класичний приклад – серія ігор «Super Mario» (1985), де принцесу Піч постійно викрадає злодій, а весь сюжет побудований на її порятунку. Утім, цікаво прослідкувати еволюцію гри: так, у грі з цієї серії «Super Princess Peach» (2005) герой з героїнею міняються місцями. Сюжет цілковито ламає гендерні моделі: тепер Маріо викрадений, а принцеса

Піч виступає його рятівницею. У гумористичному ключі переосмислено жіночу емоційність: так, радість дає їй можливість літати й долати провалля, а сум – можливість залити все навколо сльозами та активувати механізми (виростити рослини, обертати колеса водяними струменями тощо). І хоча можна, звісно, закидати авторам гри звинувачення у тому, що гра пропагує інші гендерні стереотипи (наприклад, про жіночі емоції як зброю), але все ж подібна кардинальна зміна акцентів демонструє, наскільки змінюється репрезентація жінок в ігровому всесвіті навіть однієї серії ігор.

Ще одна популярна стратегія репрезентації жінок у відеоіграх – прийнятність насилля (або навіть мотивування до агресії) по відношенню до них. І тут неможливо оминати епатажну еротичну аркаду «Custer's Revenge» (1982) – одна з найбільш шокуючих ігор за всю історію існування цього мистецтва. Гравець грає за генерала Кастера (Custer), місія якого полягає у тому, аби дістатися до прив'язаної до стовпа індіанки та згвалтувати її. Згвалтування виступає тут метою рівня, що виразно свідчить про толерування такого типу гендерного насильства по відношенню до жінок. І це не поодинокий випадок. У більш сучасній грі «Red Dead Redemption» (2004; для PlayStation 3 та Xbox 360 – 2010) наявна ігрова механіка, яка також заохочує гендерне насильство. Так, для розблокування досягнення Dastardly герой Джон Марстон повинен зв'язати жінку та покласти на залізничні рейки перед потягом, що невпинно наближається. Місія завершена успішно за умови, що жінка розчавлена поїздом (прикметно, що якщо покласти на рейки чоловіка, то його смерть не веде до успіху).

Утім, варто сказати, що в останні роки ситуація виразно змінюється, і зараз вже наявні позитивні приклади репрезентації жіночих персонажів. Поступово в іграх формується гендерний баланс. Так, «у 2014 році автори серії «Assassin's Creed» представили новий режим спільної гри «Assassin's Creed Unity»: в ньому було чотири персонажі на вибір і всі вони – чоловічої статі», але вже в наступній серії гри «Assassin's Creed Syndicate», що з'явилася 2015 року, був вибір – грати за чоловічого чи жіночого персонажа [3, с. 45]. А вже у грі «Assassin's Creed: Odyssey» (2018) не просто можна обрати протагоністку – Кассандру, але у неї наявна власна драматична історія. Це вже очевидно не NPC, а також не об'єкт чоловічих бажань, не трофей і не жертва, що чекає на рятівника, але особистість з власною місією, непростим характером, прописаною біографією. Романтична лінія тут може бути присутня, але не є обов'язковим елементом сюжету. Крім цього, героїня може обирати партнера не лише серед чоловіків, але вона може здійснити гомо- чи бісексуальний вибір чи відмовитися від цього аспекту життя взагалі. Складний характер, глибока емоційна історія, серйозна сюжетна лінія – все це ознаки нового способу репрезентації жіночих персонажів у відеоіграх.

Отже, відзначимо, що жіночі персонажі у відеоіграх пройшли значну еволюцію: від «eye candy» (візуального задоволення для гетеросексуального чоловічого гравця) та NPC до повноцінного персонажа з власним характером і історією. І хоча гендерні моделі у відеоіграх ще нерідко демонструють орієнтацію на стереотипи, але беззаперечними є кроки, що робляться до формування гендерно-інклюзивного світогляду, де тілесність жінки перестає бути її головним ресурсом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Т. Зінов'єва, «Відеоігри як глибокі медіа: виклики під час російсько-української війни», *Образ*, вип. 1(44), с. 45–57, 2024.
- [2] І. Майданюк, М. Опольська та І. Гоян, «Гендер в ідентифікаційних практиках масової культури», *Вісник Львівського університету. Серія філософ.-політолог. студії*, вип. 58, с. 127–134, 2025.
- [3] М. Е. Кругляк та В. В. Петрожалко, «Сексизм у комп'ютерних іграх», *Вісник НТУУ «КПІ». Політологія. Соціологія. Право*, вип. 4(44), с. 43–47, 2019.

VIBE CODING VS ТРАДИЦІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

ШЕВЧЕНКО І.В. (i.shevchenko@khai.edu)

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Розглянуто порівняння традиційного програмування та vibe coding як новітнього підходу до навчання з використанням великих мовних моделей. Показано переваги та недоліки обох методів у контексті формування навичок студентів-початківців. Обґрунтовано доцільність поєднання класичного підходу та AI-інструментів задля підвищення ефективності та мотивації навчального процесу.

Актуальність. Сучасне навчання програмуванню швидко змінюється під впливом новітніх AI-технологій, зокрема бурхливого розвитку великих мовних моделей (Large Language Model, LLM) [1]. Однією з таких інновацій є Prompt-based Programming [2], коли програміст пише природною мовою запит до LLM і отримує у відповідь необхідний програмний код; цей тип кодування відомий в професійних кругах ще як vibe coding.

Усі LLM для генерації коду побудовані на одному базовому принципі:

- базуються на великих трансформерних нейронних мережах, які натреновані на гігантських об'ємах даних (для «кодерських» моделей використовувалися відкриті репозиторії з кодом, документація, звичайних тексти);
- працюють за принципом мовного моделювання, тобто передбачають наступний токен (слово, символ або частину коду) на основі попереднього контексту;
- можуть «продовжувати» код, пояснювати його чи трансформувати.

Сучасні сервіси для кодування на базі LLM (GitHub Copilot, Gemini Code Assist та ін) або просто моделі (Code Llama, StarCoder, DeepSeek-Coder, Mistral Codestral) легко доступні для студентів. Це породжує багато нових питань, як, наприклад, доцільність використання vibe coding для студентів-початківців: з одного боку, це може суттєво прискорити процес створення програм і зменшити страх перед помилками, а з іншого боку, занадто раннє покладання на AI може обмежити розвиток фундаментальних навичок програмування, таких як розуміння алгоритмів, логіки та структури коду.

Мета доповіді – порівняння традиційного підходу до програмування та vibe coding у навчальному процесі, оцінка їхніх переваг та недоліків, а також визначення, наскільки доцільно застосовувати AI для генерації коду студентам-початківцям.

Основна частина. Традиційне програмування передбачає, що студент або розробник самостійно створює код, опираючись на свої знання алгоритмів, структур даних і синтаксису мови програмування. Це основа класичної освіти в галузі інформатики, де акцент робиться на здатності аналізувати проблему, знаходженні оптимального рішення, а також розумінні логіки виконання програми.

Серед переваг традиційного підходу слід виділити формування фундаментальних знань і глибокого розуміння алгоритмів, структур даних та принципів програмування. Традиційний підхід до навчання через самостійне написання коду допомагає формувати критичне мислення та здатність вирішувати нестандартні задачі. Важливою перевагою є повний контроль над кодом, коли програміст знає, як працює кожен рядок коду, що спрощує його налагодження та оптимізацію. Нарешті, досвід самостійного написання коду формує стійкість до помилок (resilience to errors), коли студент не тільки вміє виявляти помилки та виправляє їх, але не має страху та розчарування перед помилками через впевненість і сформовані навички у вирішенні проблем.

Однак традиційний підхід має і свої недоліки. Написання навіть простих програм може займати багато часу, особливо у початківців, що робить процес надзвичайно трудомістким. Помилки синтаксису та логіки часто призводять до розчарування новачків, що може знижувати мотивацію до навчання. Студенти можуть довго засвоювати матеріал, особливо коли йдеться про складні алгоритми або нові мови програмування, що робить процес навчання досить повільним. Крім того, програмування – досить кропітка робота, яка може здаватися деяким студентам доволі

нудною.

Vibe coding представляє інноваційний підхід до програмування «на основі взаємодії із штучним інтелектом, у якій програміст віддається «вайбу» та потужності штучного інтелекту, не зациклюючись на деталях згенерованого коду. Описавши проблему кількома реченнями, програміст може спостерігати, як велика мовна модель створює код, наприклад застосунок або вебсайт» [3].

AI зараз активно використовується у сучасних професійних середовищах для значного прискорення розроблення програмного забезпечення, для пошуку нових ідей та рішень, які в класичному процесі могли б залишитися непоміченими. Vibe coding дозволяє швидко створювати прототипи, тестувати гіпотези, генерувати альтернативні варіанти реалізації та навіть знаходити нестандартні підходи до архітектури застосунків.

Важливо, що цей підхід не відкидає традиційних знань і навичок програмування, а радше поєднує їх із творчою взаємодією з AI. Програміст при цьому виступає як режисер чи модератор процесу, спрямовуючи модель у потрібному напрямку та здійснюючи критичний відбір згенерованих результатів.

Розглянемо переваги використання vibe coding у навчальному процесі. Основною перевагою є швидка генерація коду, а значить студенти можуть майже миттєво отримувати робочі коди програм без глибоких знань алгоритмізації, структур даних і синтаксису мови, що зменшує бар'єр для старту у програмуванні. Vibe coding підтримує креативність та експерименти, дозволяючи студентам швидко перевіряти різні ідеї та варіанти рішень. Крім того LLM може пояснювати код, пропонувати варіанти оптимізації та допомагати в усуненні помилок, забезпечуючи можливість інтерактивного навчання.

Проте vibe coding має і серйозні недоліки. Постійне використання автоматичної генерації коду може сформувати залежність від AI та знизити мотивацію студентів вчитися писати код самостійно. Також спостерігається обмежене розуміння алгоритмів і структур даних, коли студент не може пояснити, як працює код, що був згенерований AI. Існують ризики помилок у коді, оскільки LLM не гарантує правильність і безпечність коду, і ці помилки можуть залишатися непоміченими студентами через брак в них необхідних знань. Все перелічене сприяє зниженню якості освіти.

Отже порівняння показує суттєві відмінності між двома підходами до програмування. У швидкості створення коду традиційне програмування є повільнішим і потребує часу на написання та налагодження, тоді як vibe coding генерує код автоматично та дуже швидко. Щодо знання алгоритмів, структур даних і синтаксису, традиційний підхід забезпечує глибоке самостійне вивчення всіх деталей, натомість при vibe coding знання можуть залишатися поверхневими через залежність від AI. Розвиток логічного та алгоритмічного мислення при традиційному програмуванні є сильним завдяки самостійному вирішенню задач, тоді як при vibe coding він менш виражений через автоматичну генерацію коду. Щодо мотивації та самостійності, традиційний підхід потребує значних зусиль і може знижувати мотивацію у новачків, в той час як vibe coding стимулює швидкі результати, але може формувати залежність від AI. У питаннях налагодження та контролю коду традиційне програмування забезпечує розуміння кожного рядка та легке виправлення помилок, тоді як при vibe coding потрібна додаткова перевірка, оскільки код може містити приховані помилки. Креативність та експерименти при традиційному підході обмежені швидкістю написання коду, в той час як vibe coding забезпечує високий рівень можливостей для легкого тестування різних підходів.

Висновки. Порівняння традиційного програмування та vibe coding у навчальному процесі показує, що кожен із підходів має свої переваги та недоліки, особливо для студентів-початківців. Оптимальний підхід представляє комбінація обох методів: студенти спочатку вчать створювати код самостійно, а vibe coding використовується як допоміжний інструмент для перевірки рішень, порівняння альтернативних підходів та розвитку творчості.

Автор вважає, що використання vibe coding у навчанні повинно бути регламентованим і продуманим, щоб не замінювати процес навчання, а доповнювати його. Важливо формувати у студентів критичне мислення та здатність аналізувати результати, отримані від AI.

Таким чином, vibe coding є перспективним інструментом у сучасній освіті, який, при правильному поєднанні з традиційними методами навчання, може підвищити ефективність

засвоєння матеріалу, мотивувати студентів і сприяти розвитку креативного мислення у програмуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] P. Kumar, "Large language models (LLMs): survey, technical frameworks, and future challenges," Artificial Intelligence Review, vol. 57, no. 260, 2024. doi: 10.1007/s10462-024-10888-y.
- [2] J. T. Liang, M. Lin, N. Rao, and B. A. Myers, "Prompts Are Programs Too! Understanding How Developers Build Software Containing Prompts," Proceedings of the ACM on Software Engineering, vol. 2, no. FSE, Art. FSE072, pp. 1–24, Jul. 2025. doi: 10.1145/3729342.
- [3] "Вайб-кодинг," Wikipedia. [Online]. Available: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Вайб-кодинг>. [Accessed: Sep. 15, 2025].

УДК 37.01:004.94

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ НАВЧАННЯ МИРНОМУ ВИРІШЕННЮ КОНФЛІКТІВ (НА ПРИКЛАДІ ІГОР "МИРОТВОРЕЦЬ" ТА "ABOLISH WAR")

ШЕЛЯЖЕНКО Ю.В. (director@pax.org.ua)

Приватна наукова установа «Інститут миру і права»

Обґрунтовано, що необхідність розвитку культури миру, а також перенасиченість ринку іграми, які містять елементи насильства, зумовлює нагальне завдання розробки ігор для навчання мирному вирішенню конфліктів. Показано, що розробка таких гіпертекстових навчальних ігор не становить технічних складнощів і потребує мінімальних знань мови розмітки гіпертексту HTML або застосування програм для створення гіпертекстової літератури. Розглянуто приклади навчальних ігор "Миротворець" і "Abolish War" ("Ліквідуй війну"), описано їх концепції, геймплей і потенціал використання у навчальному процесі.

Комп'ютерні ігри давно стали важливою складовою культурного та інформаційного простору. Їх значення виходить далеко за межі розважальних функцій, якими зумовлена їх привабливість для різних вікових категорій і популярність. Ігри впливають на світогляд, передають у доступній формі ідеї розробників, включаючи політичні, використовуються у рекламних кампаніях та пропаганді, відтворюють, моделюють, прогнозують і формують поведінкові стереотипи. Вони можуть сприяти позитивному розвитку особистості та соціалізації при застосуванні у освітніх та пізнавальних цілях, для розвитку корисних навичок і громадянської свідомості. Але дослідники наводять і приклади шкідливого впливу деяких комп'ютерних ігор, їх використання для російської пропаганди ворожнечі до України [1], пропаганди чи нормалізації насильства, жорстокості, свавілля та кримінальної романтики, формування стереотипів асоціальної чи антисоціальної поведінки [2]. Ігри, що містять агресивний контент або насильство, можуть зменшити здатність до емпатії та негативно вплинути на соціальні навички [3]. За даними Американської асоціації психологів, хоча існує стійкий невеликий зв'язок між насильницькими відеоіграми та деякими проявами агресивної поведінки, не можна називати такі ігри основною причиною стрілянини в школах; водночас, 90% дітей грають у відеоігри і 85% відеоігор на ринку містять деяку форму насильства, що викликає виправдану стурбованість у суспільстві [4].

Відтак, перенасиченість ринку іграми, геймплей яких містить елементи насильства, становить проблему, яка потребує зусиль із усунення такого дисбалансу та створення мирних ігор, які формують корисні навички ненасильницької поведінки. Прикладами таких зусиль може бути створення ігор на зразок «КРОК — навчальна гра з протидії насильству» [5] та текстова гра-квест «Чарівний світ медіації», реалізована у формі чат-бота [6]. Висновок про необхідність розробки ігор для навчання мирному вирішенню конфліктів відповідає також Декларації про культуру миру,

прийнятій Генеральною Асамблеєю ООН у 1999 році (пункт “d” статті 1 якої включає до поняття культури миру вірність мирному вирішенню конфліктів; стаття 4 якої передбачає першочергову роль освіти у розбудові культури миру) [7; 8] та прийнятим у 2024 році рекомендаціям ЮНЕСКО щодо мирної освіти, у пунктах 8 і 29 яких підкреслюється необхідність застосування цифрових технологій для створення динамічного навчального середовища і побудови спроможності осіб долучатися до вирішення суспільних проблем на всіх рівнях, від місцевого до глобального [9]. Під час опитування, проведеного в Україні у вересні 2025 року, 37% респондентів висловили думку, що навчання мирному вирішенню конфліктів може сприяти формуванню культури миру серед учнів [10].

Для вирішення завдання гейміфікації навчання культурі миру автором було розроблено гіпертекстові ігри “Миротворець” та “Abolish War”, які відрізняються від інших навчальних ігор з мирного вирішення конфліктів тим, що заохочують міркувати проактивно і глобально про цю проблематику. Техніка реалізації вказаних ігор є максимально простою і потребує лише мінімальних знань мови розмітки гіпертексту HTML. Інтерактивний геймплей здійснюється шляхом переходу від сцени до сцени при натисканні лінків, а сцени являють собою текстовий опис ситуації та лінки (URL) на варіанти дій гравця, якорі внутрішньої адресації яких ведуть на заголовки описів сцен в тому ж HTML-документі. Простота технічної реалізації дозволяє зосередитися на розробці якісних навчальних сценаріїв і текстів, але й залишає простір для подальшої розробки більш складних та динамічних ігор на основі початкової спрощеної експериментальної моделі. До текстів у грі можуть бути додані ілюстрації, що продемонстровано у грі “Abolish War”; автор вдячний Девіду Свонсону (David Swanson) за підготовку ілюстрацій із застосуванням штучного інтелекту. Слід зазначити, що розробники інших ігор можуть не йти запропонованим простим шляхом, а обрати більш просунуті технології створення текстових ігор, наприклад, скористатися програмами для розробки інтерактивної чи гіпертекстової літератури (interactive/hypertext fiction), описаними в підручниках [11; 12] (втім, через швидкий розвиток ринку та принципову відмову від російських продуктів в рамках ненасильницького спротиву агресії деякі практичні поради у підручниках можуть виявитися неактуальними) або у нових публікаціях [13; 14].

У навчальній рольовій грі “Миротворець” персонаж гравця зростає як миротворець, застосовуючи навички мирного вирішення конфліктів [15]. З кожним новим рівнем пропонується вирішити складніший конфлікт. 9 запропонованих сценаріїв конфліктів, від спору між дітьми про тістечко до підготовки лідерів великих держав почати ядерну війну, відповідають ступеням моделі ескалації конфлікту Фрідріха Глазла, яка наводиться у правилах гри разом із коротким описом рекомендованих інтервенцій медіатора за Глазлом [16] та авторської моделі мирної деескалації конфлікту, що деградував до ступеню війни, запропонованої на конференції «Ні війні» у 2023 році [17] та розвинутої у моїй лекції на словенському фестивалі Grounded цього року [18].

У навчальній грі “Abolish War” (“Ліквідує війну”) гравець представляє народ, який прагне мирного і щасливого життя в світі [19]. Викликом для гравця є те, що військові витрати у світі збільшуються, війни не вщухають і росте ризик ядерної війни, що відповідає ступеню «разом у прірву» за моделлю Глазла. Гравець може спробувати і відчайдушно вдарити по ворогах та перетворити планету на пекло, і розвинути світове мирне урядування на зразок реформованої ООН та навчити людей методам ненасильницького спротиву агресорам і тиранам, щоб людство сформувало імунітет до хвороби війни. Це стратегія глобальної деескалації комплексного конфлікту на спільній планеті, подібного до триваючої світової гібридної війни чи “світобезпорядку”, яскравим проявом якого є російська агресія проти України [20]. Ідея того, що гравцем є народ, заохочує грати в цю гру не тільки індивідуально, але й колективно при навчанні у групі, тож ця гра може бути корисною при організації заходів мирної громадянської освіти на зразок школи пацифізму «Вільні цивільні», при цьому можна звертати увагу на те, що іноді пацифізмом називають прагнення вирішувати суперечки без застосування насильства [21].

Приклади ігор “Миротворець” та “Abolish War” показують, що розробка якісних ігор для навчання мирному вирішенню конфліктів не становить технічних складнощів. У контексті перенасиченості ринку іграми, які містять елементи насильства, з цього можна зробити висновок, що брак подібних ігор пояснюється не технічною складністю їх створення, а тим, що не всі стейкхолдери поки усвідомлюють свою роль у формуванні культури миру відповідно до

Декларації про культуру миру та інших керівних документів у галузі мирної освіти. Можливо, спробувавши себе у ролі проактивного творця змін у цих іграх, а не просто учня та учасника тестової перевірки знань, як у згаданих вище іграх «Крок» і «Чарівний світ медіації», хтось із нинішніх чи майбутніх стейкхолдерів проявить ініціативу і продовжить роботу, почату автором. Також, оскільки ціною відносної технічної простоти розробки текстових ігор є менший розважальний потенціал порівняно із іграми, які містять графіку, мультимедіа, складні та яскраві віртуальні світи, населені гравцями-людьми та персонажами, керованими штучним інтелектом, вбачається доцільною подальша розробка навчальних ігор з розвинутою розважальною складовою та їх апробація на популярних ігрових онлайн-платформах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. Шерман, “Комп'ютерні ігри як засіб впровадження політичних стереотипів”, у *20 конф. Українська національна ідея: реалії та перспективи розвитку*, Львів, 2008. С. 150-154.
2. Ю.Ю. Орлов, та Ю.Б. Ірхін. “Вплив комп'ютерних ігор, що містять сцени насильства та жорстокості, на психіку дитини”, у *Криміналістичний вісник*, № 1 (21), 2014. С. 17-25.
3. Шклярук М.Б., та Романюк О.М., “Вплив комп'ютерних ігор на розвиток комунікативних навичок у дітей та підлітків”, у *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації*, Одеса, 2024. С. 112-113.
4. American Psychological Association. *APA Resolution on Violent Video Games. 2020 revision to 2015 resolution*. [Online]. Available: <http://www.apa.org/about/policy/violent-video-games.aspx>
5. А. Щерба та ін., *КРОК — навчальна гра з протидії насильству*, Громадська організація «ЕТ СЕТЕРА» [Електронний ресурс]. Доступно: <https://etcetera.org.ua/psychology/krok/>
6. OkStudy, *Гра-квест «Чарівний світ медіації»*, Громадська спілка «Українська академія медіації» [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mediation.ua/projekty/charivnyisvit>
7. United Nations General Assembly, *Resolution 53/243 A. Declaration on a Culture of Peace*. [Online]. Available: <http://www.un-documents.net/a53r243a.htm>
8. Ю. В. Шеляженко. “Хочеш миру – готуйся до миру: правові основи ненасилля в Україні та світі”, у *Фундаментальні проблеми юриспруденції IV. Право і світ. Мир і право*, Харків, 2022. С. 69-75. [Онлайн]. Доступно: <https://www.researchgate.net/publication/361397887>
9. UNESCO, *Recommendation CL/4487 on education for peace and human rights, international understanding, cooperation, fundamental freedoms, global citizenship and sustainable development*. [Online]. Available: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391686_eng.locale=en
10. Глобальна платформа Саміту Перших Леді та Джентльменів, *Освіта як інструмент формування особистої стійкості, соціального капіталу країни та культури миру* [Онлайн]. Доступно: <https://summitflg.org/study/osvita-yak-instrument-formuvannya-osobistoyi-stijkosti-socialnogo-kapitalu-krayini-ta-kulturi-miru/>
11. Т.А. Лугова, та О.А. Блажко, *Проектування комп'ютерних ігор для навчання: навчальний підручник*. Одеса: Одеський національний політехнічний університет, 2018.
12. О.А. Батіна (уклад.), *Технології створення освітніх комп'ютерних ігор та проектування доповненої реальності. Конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка»*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.
13. А. Артюшевська, “Безкоштовні інструменти для створення візуальних новел і текстових RPG”. [Онлайн]. Доступно: <https://gamedev.dou.ua/news/free-tools-for-narrative-game-developers/>
14. Г. Кірілов, та О. Віра. “Створення інтерактивних текстових ігор у гуманітаристиці: Робота з Twine” [Онлайн]. Доступно: <https://digihihst.lvivcenter.org/posibnik-z-cifrovoyi-istoriyi/cifrovi-publikaciyi/stvorenniya-interaktivnikh-tekstovikh-igor-u-gumanitaristici-robota-z-twine>
15. Ю. Шеляженко, *Навчальна гра "МИРОТВОРЕЦЬ" v 1.0*, Приватна наукова установа «Інститут миру і права» [Онлайн]. Доступно: <http://pax.org.ua/Gra-Myrotvorets.html>
16. Ф. Глазл, *Конфлікт-менеджмент: Довідник для керівників та консультантів*. 10-те вид. Київ: АДЕФ-Україна, 2020.
17. #NoWar2023 Panel: Nonviolent Resistance to War in Ukraine. [Online]. Available: <https://youtu.be/LjrTUzLEDo0>

18. Y. Sheliazhenko, "Resisting All Wars in Ukraine and Everywhere Else", at *Grounded*, Ljubljana, 2025 [Online]. Available: <https://worldbeyondwar.org/resisting-all-wars-in-ukraine-and-everywhere-else/>
19. Y. Sheliazhenko, *Play the Abolish War Game*, World BEYOND War [Online]. Available: <https://worldbeyondwar.org/endgame/>
20. В. П. Горбулін (ред.). *Світова гібридна війна: український фронт*. Київ: НІСД, 2017.
21. Ю. Шеляженко, *Вільні цивільні: школа пацифізму. Навч. посібник і матеріали*. Київ, 2024. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.researchgate.net/publication/395575924>

УДК 004.031.42:004.946:001.891.53:303.094.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ, МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

ШЕСТОПАЛОВ С.В., КАРПУХІН А.А.

(sshestopalov1984@gmail.com, toni.karp2018@gmail.com)

Одеський національний технологічний університет

Робота присвячена дослідженню підходів, методів та технологій для реалізації віртуальної лабораторії комп'ютерної системи. Наведено актуальність теми. Дано визначення фундаментальним поняттям та розглянуто теоретичні основи запропонованої тематики. В результаті досліджень для реалізації віртуальної лабораторії комп'ютерної системи пропонуються такі підходи, методи та технології як фотореалізм, модульність, об'єктно-орієнтованого програмування, метод «підняти-покласти», метод «примагнічування», колізія, UI/UX системи, структуровані дані, візуальні ефекти.

З огляду на суспільно-політичні та епідеміологічні виклики, що постали перед Україною починаючи з 2019 року (зокрема запровадження карантину та дистанційних занять під час пандемії COVID-19 та повномасштабне військове вторгнення у лютому 2022 року), розробка та впровадження віртуальних лабораторій для підготовки здобувачів вищої освіти і фахівців набуває особливої актуальності. Не є винятком і сфера інформаційних технологій.

Дано визначення фундаментальним поняттям та розглянемо теоретичні основи запропонованої тематики.

Віртуальна лабораторія – це програмно-апаратний комплекс, що імітує реальне фізичне, хімічне, біологічне або інше середовище для проведення експериментів, досліджень та навчання в безпечному, керованому цифровому просторі [1]. По суті, це програмне середовище, яке моделює поведінку реальних об'єктів, приладів та процесів за допомогою математичних моделей і симуляцій.

Комп'ютерна система – це комплекс взаємопов'язаних і взаємодіючих компонентів (апаратного та програмного забезпечення), які працюють разом як єдине ціле для отримання, обробки, зберігання, передачі та виведення даних з метою вирішення конкретних задач [2]. Комп'ютерна система ділиться на дві основні частини:

- апаратне забезпечення (*hardware*, «залізо»);
- програмне забезпечення (ПЗ, *software*, «софт»).

Апаратне забезпечення – це фізичні компоненти системи, такі як: центральний процесор (CPU), оперативна пам'ять (RAM), пристрої зберігання, пристрої введення та виведення, материнська плата (*Motherboard*, *Mainboard*, системна плата), блок живлення (БЖ), відеокарта (GPU). Кожен із зазначених компонентів виконує специфічні функції та є невід'ємною складовою системи. Відеокарта може реалізовуватися як окремий модуль або інтегруватися безпосередньо до центрального процесора.

Програмне забезпечення – це сукупність програм, процедур та правил, що забезпечує роботу комп'ютерної системи та дозволяє їй виконувати конкретні завдання. ПЗ поділяється на наступні класи:

- системне програмне забезпечення (операційні системи, драйвери пристроїв, службові програми);
- прикладне програмне забезпечення (офісні пакети, веб-браузери, графічні редактори, медіаплеєри, інструменти розробки);
- інструментальне програмне забезпечення (компілятори, інтерпретатори, системи управління базами даних).

Основою взаємодії користувача з комп'ютерною системою є послідовність наведена на рисунку 1.

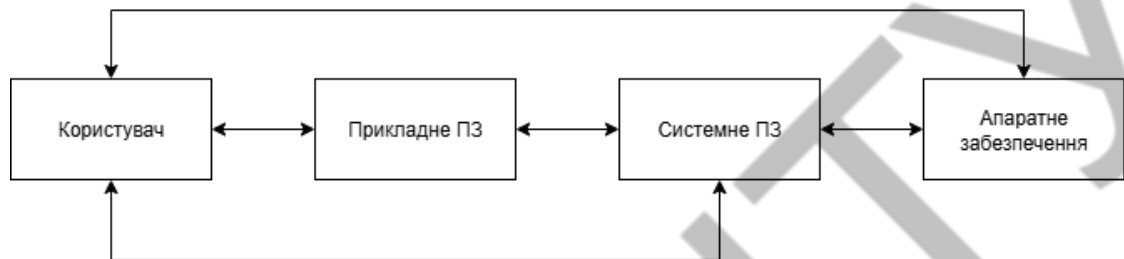


Рис. 1 – Схема взаємодії користувача з системою

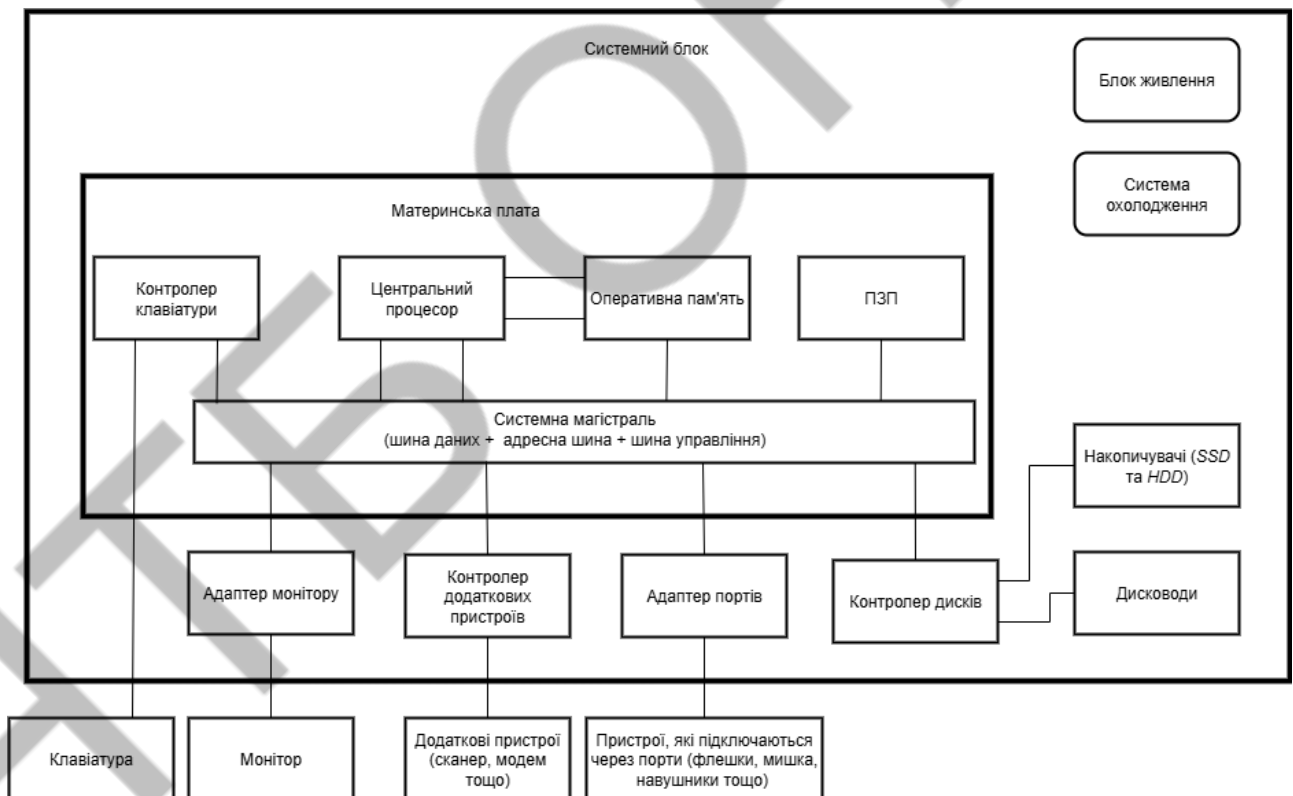


Рис. 2 – Схема взаємодії компонентів комп'ютерної системи рівні апаратного забезпечення

Початковим етапом взаємодії з комп'ютером є введення даних і команд через пристрої введення. Користувач також може змінювати апаратні компоненти. Результати обробки передаються через пристрої виведення, що замикає цикл взаємодії. Прикладне та системне ПЗ обмінюються даними, причому системне ПЗ координує роботу з апаратними компонентами, забезпечуючи цілісність і ефективність функціонування системи.

Взаємодія компонентів на рівні апаратного забезпечення наведена на рисунку 2.

Взаємодія апаратного забезпечення починається з увімкнення комп'ютера: блок живлення подає енергію, запускається охолодження, а BIOS/UEFI перевіряє і ініціалізує основні пристрої. Далі завантажується операційна система з накопичувача в оперативну пам'ять, після чого процесор, пам'ять, контролери та шина забезпечують обробку й обмін даними. ОС створює середовище для роботи користувача, з'єднуючи пристрої введення та виведення в єдиний цикл функціонування системи.

В результаті досліджень для реалізації віртуальної лабораторії комп'ютерної системи пропонуються такі підходи, методи та технології як:

- фотореалізм;
- модульність;
- об'єктно-орієнтованого програмування (ООП);
- метод «підняти-покласти»;
- метод «примагнічування» (*Snapping*);
- колізія (*Collider*);
- UI/UX система;
- структуровані дані;
- візуальні ефекти (*VFX*).

Фотореалізм – це підхід, який передбачає, що всі моделі створюються з високою полігональною щільністю та деталізованими 4K-текстурами. Для цього використовуються *PBR*-матеріали (*Physically Based Rendering*), які точно відтворюють поведінку світла на різних поверхнях (метал, пластик, скло).

Модульність – це підхід, який передбачає реалізацію моделей так, щоб їх можна було програмно комбінувати (наприклад, різні вентилятори на радіаторі, різні пластикові накладки).

ООП – це основа всієї логіки. Кожен компонент ПК має бути представлений у вигляді об'єкта (класу) зі своїми властивостями та методами. Система сумісності має бути реалізована через методи, які перевіряють відповідність сокетів, типів пам'яті, фізичних розмірів та потужності блока живлення.

Метод «підняти-покласти» може бути реалізований через *Raycasting*. З камери пускається промінь, який визначає, на який об'єкт дивиться гравець і чи може він його взяти.

«Примагнічування» (*Snapping*) – це метод, завдяки якому зазвичай реалізується взаємодія користувача з компонентами системи. Коли користувач наближає деталь до правильного слота, спеціальні скрипти автоматично вирівнюють і фіксують її положення, що робить процес приємнішим.

Колізія (*Collision*) – це технологія перевірки взаємодії ігрових об'єктів у просторі. Вона визначає, коли один об'єкт стикається з іншим або входить у його межі. Кожна деталь і кожен слот на материнській платі/корпусі мають невидимі оболонки, а система перевіряє їхню взаємодію, наприклад щоб визначити:

- чи можна вставити деталь в обраний слот;
- чи не перешкоджає інша деталь;
- чи вистачає місця в корпусі для деталі.

UI/UX система – це один з ключових аспектів, який надає користувачу інформацію та можливість комфортної взаємодії. Інвентар – це складний UI-екран з сортуванням, фільтрацією та відображенням великої кількості даних (характеристик). Діагностика та бенчмарки – це інтерфейс, що імітує роботу BIOS/UEFI, завантажувальні екрани, програми для перевірки температури (на кшталт *HWMonitor*) та тестування продуктивності (*3DMark*).

Структуровані дані – це важливий аспект оптимізації та зберігання інформації. Характеристики (назва, потужність, сокет) кожного компонента можна зберігати у файлах *JSON* або *XML*.

Використання *VFX* пропонується, як підхід для підвищення реалізму. Система підсвітки компонентів (наприклад, через *RGB*-контролери) – це програмно керовані джерела світла або спеціальні шейдери. Завдяки *VFX* можна реалізувати ефекти роботи ПК такі як: світлові індикації на материнській платі, підсвітка рідини в системі водяного охолодження, потоки повітря в корпусі, нагрівання компонентів системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Віртуальна лабораторія, *Ранок-портал*. [Online]. Available: [https://ranok-portal.com.ua/publikatsii/virtualni-laboratoriyi-na-urokah-pryrodnych-pauk/#:~:text=Що%20таке%20віртуальні%20лабораторії?%20Віртуальні%20лабораторії%20—,важко%20або%20неможливо%20відтворити%20у%20звичайному%20класі](https://ranok-portal.com.ua/publikatsii/virtualni-laboratoriyi-na-urokah-pryrodnych-pauk/#:~:text=Що%20таке%20віртуальні%20лабораторії?%20Віртуальні%20лабораторії%20—,важко%20або%20неможливо%20відтворити%20у%20звичайному%20класі.). [Accessed: Aug. 31, 2025].
- [2] Комп'ютерна система, *StarBasic Glossary*. [Online]. Available: https://glossary.starbasic.net/index.php?title=Комп%27ютерна_система [Accessed: Aug. 31, 2025].

УДК 378:37.018.43

ЗАСОБИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ЯК СКЛADOVA ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

ШПИНКОВСЬКИЙ О.А., ШПИНКОВСЬКА М.І.
Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація. Визначено гейміфікацію як потужну стратегію, спрямовану на формування внутрішньої мотивації, розвиток критичного мислення, та підвищення якості засвоєння знань. У дистанційному форматі її роль стає ключовою, оскільки вона допомагає компенсувати відсутність живого спілкування. Визначено як важливу задачу досконалого вивчення та аналізу ефективності модулів і плагінів системи управління навчанням. Змістовно розглянуто компоненти вида діяльності Гра: стислий опис, мету, застосування та приклади. Зроблено висновки по ефективному застосуванню інструментів дистанційного навчання.

Ключові слова: гейміфікація, дистанційна освіта, навчальний курс.

Abstract. This paper conceptualizes gamification as a robust pedagogical strategy designed to foster intrinsic motivation, enhance critical thinking skills, and improve the overall quality of knowledge acquisition. Within the context of distance learning, its role becomes pivotal, as gamification serves to mitigate the absence of direct interpersonal interaction. The study emphasizes the necessity of a comprehensive examination and evaluation of the effectiveness of learning management system modules and plugins. Particular attention is devoted to the Game activity type, with a concise overview of its description, objectives, practical applications, and illustrative examples. The article concludes with recommendations for the effective integration of gamification tools into distance learning environments.

Keywords: gamification, distance learning, educational course.

Вступ

Сучасна освіта стоїть перед викликом підвищення ефективності та залучення студентів, особливо в умовах дистанційного навчання, де прямий контакт з викладачем обмежений, а ризик втрати мотивації значно зростає. У цьому контексті все більшої актуальності набуває гейміфікація – застосування ігрових методів і елементів ігрового дизайну в неігровому середовищі [1].

Гейміфікація в освіті не є «розважальним» інструментом. Це потужна стратегія, спрямована на формування внутрішньої мотивації, розвиток критичного мислення, створення ситуації успіху та підвищення якості засвоєння знань. У дистанційному форматі її роль стає ключовою, оскільки вона допомагає компенсувати відсутність живого спілкування, створює відчуття спільноти, надає навчання чітку структуру та візуалізує прогрес, що є критично важливим для підтримки активності студентів.

Однак успішне впровадження гейміфікації вимагає набагато більшого, ніж технічна можливість додати відзнаки чи таблиці лідерів. На перший план висувається необхідність чіткого визначення критеріїв вибору інструментів дистанційного навчання. Кожен навчальний курс, кожна дисципліна та категорія студентів (наприклад, студенти технічних та гуманітарних спеціальностей) мають свої особливості. Тому вибір інструментів має ґрунтуватися на глибокому

аналізі цілей навчання, специфіки контенту та психолого-педагогічних характеристик цільової аудиторії [2].

Окремою важливою задачею є досконале вивчення та аналіз ефективності модулів і плагінів системи управління навчанням Moodle. На сьогоднішній день існує широкий спектр інструментів для гейміфікації – від стандартних модулів (бейджі, глосарії, умови завершення) до спеціалізованих плагінів (на кшталт Level Up!, Stash) [3]. Вибір конкретного рішення має ґрунтуватися не лише на його функціональності, але й на доказах його педагогічної ефективності.

Застосування гейміфікації як інструмента дистанційного курсу

Таким чином, майбутнє гейміфікації в дистанційній освіті лежить у площині цілеспрямованого, обґрунтованого та диференційованого підходу, де кожен обраний інструмент є не випадковим елементом гри, а обдуманим педагогічним рішенням, спрямованим на досягнення конкретного навчального результату [4].

Таблиця – Компоненти вида діяльності Гра

Назва	Короткий опис та мета	Особливості	Приклади
Анаграма	Вгадування слова з перемішаних букв. Мета: розвиток уваги, швидкості мислення, запам'ятовування ключових слів.	Швидке створення та проходження. Ідеально для коротких термінів.	Розминка на уроці. Запам'ятовування команд (git, sudo) або назв мов (Python, Java).
Гонка за лідером	Класичні перегони. Гравець рухається вперед, відповідаючи на питання. Мета: швидке закріплення фактів, змагання	Візуально приваблива. Підтримує багато гравців одночасно.	Швидке повторення основ: "Що таке API?", "Яка складність алгоритму?".
Шифротекст	Розшифрувати слово, шифром підстановки. Мета: розвиток логіки, аналітичного мислення, основ криптографії.	Найбільш релевантна для IT Серйозна головоломка.	Тема "Кібербезпека". Розшифрувати ключові терміни (firewall, encryption).
Кросворд	Відгадати слова за визначеннями. Мета: заглиблене запам'ятовування термінології та понять.	Кращий інструмент для вивчення термінів. Робиться з Глосарію.	Підсумкове повторення модуля: терміни з ООП, БД, мережних технологій тощо.
Прихована картина	Відповідаючи на питання, поступово відкривається частина зображення. Мета: мотивація пройти всі питання до кінця, щоб побачити картину.	Елемент несподіванки та цікавості. Гарна альтернатива звичайному тесту.	Вгадати, який патерн проектування сховані на зображенні.
Своя гра мільйонер	Вікторина з питаннями, що ускладнюються, та грошовою шкалою. Мета: перевірка знань у ігровому, емоційному форматі.	Дуже знайомий і популярний формат. Ідеально для групових змагань.	Підготовка до іспиту. Командна гра на практичному занятті зі складними питаннями.
Судок у	Числова головоломка з заповненням сітки. Мета: розвиток логічного, алгоритмічного мислення, уваги.	Не потребує специфічних знань, тільки логіку.	Перерва між блоками занять. Тренування мислення для написання алгоритмів.

Гейміфікація розглядається, як сучасна технологія та ефективна стратегія організації дистанційного навчання. Вбачається, що вона трансформує навчання в захопливий процес, розвиває креативність, критичне мислення та соціальну взаємодію, навіть у віртуальному середовищі. Аналізуються конкретні ігрові інструменти та практики, такі як системи балів, рівнів, досягнень і інтерактивні завдання, які можуть бути інтегровані в платформи дистанційного навчання. Підкреслюється, що грамотне використання гейміфікації є ключовим чинником підвищення ефективності та якості сучасної цифрової освіти. Зазначено що потребує

поглибленого дослідження аспект розробки критеріїв оцінювання ефективності гейміфікованих курсів у довгостроковій перспективі.

Наявність вбудованих ігор у LMS Moodle значно розширює можливості гейміфікації. Пропонується почати ретельний аналіз доступних ігор розглянувши компоненти вида діяльності Гра [5].

Висновки

Для спеціальності ІТ найефективнішим є диференційований підхід, де вибір гри чітко прив'язаний до конкретної навчальної цілі:

Для термінів — Кросворд, Анаграма.

Для логіки — Криптекс, Судоку.

Для змагань та повторення — Своя гра, Гонка за лідером.

Для сюжетного занурення — Прихована картина.

Оптимальний результат досягається при комбінуванні цих інструментів у рамках структурованого навчального шляху з використанням систем рівнів і бейджів для візуалізації прогресу та створення довгострокової мотивації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Шпинковський О.А., Шпинковська М.І. Використання засобів дистанційного навчання у виховній роботі підрозділу вищого навчального закладу // Електромашинобудування та електрообладнання. – 2009. – Т. 1, № 72. – С. 171–173. – Одеса : ОНПУ.
- 2.Гришуніна, М. В. (2020). Гейміфікація дистанційного курсу засобами Moodle. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (онлайн, 22 травня 2020р.) (с. 8). MoodleMoot Ukraine 2020. URL: <https://2020.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=14> (дата звернення: 18.09.2025).
- 3.Чернявська, О. Гейміфікація як технологія і стратегія дистанційного навчання [Текст] / Оксана Чернявська // Інновації в освіті: перспективи розвитку : матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. [Тернопіль, 20 трав. 2021 р.].– Тернопіль : ЗУНУ, 2021. – С. 135-139.
- 4.Moodle Plugins directory: Set: Gamification [Електронний ресурс].
Режим доступу: <https://moodle.org/plugins/browse.php?list=set&id=88> (дата звернення: 18.09.2025).
5. Moodle Plugins directory: Game [Електронний ресурс]. Moodle.org. Режим доступу: https://moodle.org/plugins/mod_game (дата звернення: 18.09.2025).

УДК 004

ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІХ ПРОЦЕСАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРЕНАЖЕРІВ

ЯВОРСЬКИЙ Д.К. (dmitriy.yavorskiy@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У статті узагальнено підходи до гейміфікації навчання операторів БпЛА із застосуванням тренажерів; здійснено порівняння гейміфікованих і класичних середовищ; окреслено роль VR/AR і мультимедіа у підвищенні мотивації та якості підготовки. Наведено логіку побудови навчального контенту з плавними переходами між підрозділами та подано практичні рекомендації щодо проектування гібридних систем.

Постановка проблеми у загальному вигляді

У сучасному світі зростає потреба в навчанні операторів і пілотів безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різних типів — літакового, квадрокоптерного, наземного, надводного та підводного класу. Сфери застосування БпЛА охоплюють дедалі ширший спектр задач: від цивільних та інженерних до військових і безпекових. Особливо значний попит на фахівців відчувається у сфері охорони та оборони.

Водночас виникає важливе питання: як ефективно і швидко навчати нове покоління операторів? Молодь, яка вже звикла до цифрового середовища, має хороші навички користування комп'ютером, мобільними застосунками, геймпадами, сенсорними панелями, клавіатурами та мишами. Більшість підлітків і молодих людей активно грає у комп'ютерні ігри, витрачаючи на це десятки годин на тиждень. Цей інтерес до ігор можна перетворити на потужний інструмент навчання, якщо навчальні процеси будуть правильно адаптовані.

Однак класичні тренажери, що застосовуються для підготовки операторів, зазвичай мають інженерний інтерфейс із великою кількістю вікон, кнопок, меню, графіків і таблиць. Це дозволяє відтворювати технічні параметри роботи системи, але часто виявляється нудним і перевантаженим для новачків. Тренування на таких платформах вимагає високої концентрації, проте не викликає емоційного залучення, що суттєво знижує мотивацію.

У цьому контексті на допомогу приходить гейміфікація — використання ігрових механік у навчальному процесі. Дослідження показують, що гейміфіковані тренажери здатні не лише підвищити інтерес користувачів, але й об'єктивно покращити результати навчання. Наприклад, Коґ та ін. довели, що використання гейміфікованого симулятора знижує рівень тривожності, підвищує концентрацію та позитивно впливає на успішність підготовки операторів. [1]

Аналіз розробок, досліджень та публікацій

Проведемо аналіз кількох гейміфікованих тренажерів для розуміння загальних підходів в їх побудові

1. **Zephyr**: Симулятор, спеціально створений для навчання пілотів дронів. Його інтерфейс наближений до комп'ютерних ігор: якісна 3D-графіка, реалістична фізика польоту, можливість кастомізації сценаріїв. Доступні гейміфікаційні елементи — система балів, рейтинги, віртуальні змагання [8].
2. **Srizzly**: Інтерактивна платформа з місіями та завданнями. Користувач не просто вчиться літати, а проходить рівні, що формують поступове відчуття прогресу, як у грі [9]
3. **Velocidrone**: FPV-дрон-симулятор із сильним змагальним елементом. Використовується навіть професійними спортсменами для тренувань перед реальними турнірами [10]
4. **Liftoff Drone Simulator**: Один із найпопулярніших комерційних продуктів. Поєднує реалістичну фізику з елементами гейміфікації: користувачі можуть створювати власні траси, змагатися онлайн, ділитися результатами [7].

Згідно з дослідженням [1], саме такі VR-/AR-орієнтовані тренажери з гейміфікаційними механіками найкраще мотивують молодь, оскільки поєднують навчання з емоційно насиченим досвідом [2].

Проведемо аналіз негейміфікованих (класичних) тренажерів, на прикладі кількох професійних рішень

1. **X-Plane та Microsoft Flight Simulator** (у професійних режимах): Використовуються для авіаційної підготовки, включаючи БПЛА літакового типу. Відрізняються максимально реалістичною фізикою польоту та автентичними кабінами управління, але інтерфейс перевантажений інженерними деталями.
2. **DJI Flight Simulator** (офіційний): Тренажер від виробника комерційних дронів DJI. Основний акцент робиться на моделюванні польотів у різних умовах. Ігрових елементів практично немає, інтерфейс орієнтований на точність відображення поведінки реальних дронів.
3. **Модульні військові симулятори** (наприклад, Bayraktar TB2 чи RQ-7 Shadow): Ці тренажери максимально наближені до справжніх станцій управління. Вони відтворюють телеметрію, GPS, параметри двигуна, камери з різними сенсорами. Гейміфікація відсутня, оскільки головна мета — підготовка до бойових умов.
4. **CAE Simfinity™ UAS Mission Trainer**: Професійний комплекс для підготовки операторів безпілотних систем. Середовище строго інженерне, без ігрових елементів. Дослідження Somerville та ін. показало, що навіть без гейміфікації використання класичних симуляторів значно покращує точність польоту — учасники експерименту знизили відхилення від контрольної точки на 32% після тренувань [3]

Порівняння підходів

Ознака	Гейміфіковані тренажери	Класичні тренажери
Інтерфейс	Яскравий, інтуїтивний, як у грі	Складний, технічний, інженерний
Мотивація	Висока (місії, рівні, рейтинги)	Низька, швидка втрата інтересу
Реалістичність	Від середньої до високої	Максимально реалістична
Залучення молоді	Дуже ефективне	Складно утримати увагу
Мета використання	Швидке залучення і навчання основ	Глибоке технічне відпрацювання
Можливості VR/AR	Використовуються для ігрового	Обмежено, переважно інженерні
Мультиплеєр	Є: змагання, командні місії	Рідко, переважно індивідуальні

Додатково розглянемо нові тенденції в побудові тренажерів (VR, AR та мультиплеєрні сценарії)

1. **VR-технології:** Використання віртуальної реальності у тренажерах відкриває новий рівень занурення. Оператор бачить середовище "очима дрона", що особливо корисно для FPV-польотів. VR-шоломи дозволяють зменшити розрив між симуляцією та реальною операцією. Liu та ін. довели, що VR-навчання враховує навіть психологічні особливості операторів: особистісні риси впливають на якість польоту, стресостійкість і швидкість адаптації [6]

2. **AR-технології:** Доповнена реальність може накладати тренувальні дані на реальний світ. Наприклад, оператор керує дроном на полігоні, а AR-система додає віртуальні перешкоди, цілі або маршрути. Це поєднання реальної практики та гейміфікованого досвіду.

3. **Мультиплеєрні тренажери:** Сучасні системи дозволяють кільком користувачам одночасно працювати в одному віртуальному середовищі. Це відкриває можливості для: колективного навчання (пілот + оператор корисного навантаження), змагальних сценаріїв (гонки дронів, PvP-ситуації), відпрацювання координації групових польотів.

Koritarov у своєму огляді наголошує, що VR/AR та мультиплеєрні формати є майбутнім у підготовці операторів безпілотних систем, оскільки вони поєднують реалістичність інженерних тренажерів із високою мотивацією гейміфікованих систем [4].

Емпіричні дані демонструють: гейміфікація знижує тривожність і підвищує концентрацію; симуляторне передтренування покращує точність маневрування; VR-сценарії враховують індивідуально-психологічні особливості операторів. Найпрактичніший шлях — гібрид: інженерна точність класичних тренажерів + ігрові механіки та змагальна динаміка.

Висновки

Гейміфікація освітніх процесів із використанням тренажерів стає важливим інструментом підготовки операторів БПЛА. Вона дозволяє залучати молодь, використовуючи знайомі їй механіки ігор, зберігати мотивацію на високому рівні та поєднувати навчання з елементами розваг.

Наукові дослідження підтверджують ефективність таких підходів: від зниження стресу й покращення концентрації [1], до підвищення точності навичок управління [3], а також високої мотивації та позитивного UX серед студентів [2]. Використання VR-/AR-технологій і мультиплеєрних сценаріїв ще більше розширює потенціал навчання, враховуючи навіть психологічні чинники [6].

Негейміфіковані тренажери, попри свою складність, залишаються незамінними у професійній сфері, коли необхідна глибока технічна підготовка. Найбільш перспективним напрямом є створення гібридних систем, що поєднують точність класичних рішень із привабливістю гейміфікації, використанням VR/AR та мультиплеєрних сценаріїв. Це дозволить зробити процес навчання максимально ефективним, сучасним і мотивуючим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] D. Koç, A. Arslan, A. Ekinçi, C. Çetin, and U. Güdükbay, "Evaluation of participant success in gamified drone training simulator using brain signals and key logs," *Brain Sciences*, vol. 11, no. 8, p. 1061, 2021. doi: 10.3390/brainsci11081061.
- [2] H. Cardona-Reyes, "Training of drone pilots through virtual reality environments under the gamification approach in a university context," *ResearchGate*, 2025. <https://www.researchgate.net/publication/359181006>
- [3] A. Somerville, R. Long, J. Fickling, and S. Myles, "Use of simulation for pre-training of drone pilots," *Drones*, vol. 8, no. 11, p. 640, 2024. doi: 10.3390/drones8110640.
- [4] T. Koritarov, "Advancing unmanned aerial vehicles pilots training," *Nordic Journal of Digitalisation*, vol. 3, no. 11, pp. 144–148, 2024. https://nor-ijournal.com/wp-content/uploads/2024/11/NJD_144-144-148.pdf
- [5] A. Schuchter, T. Jauk, and F. J. García-Peñalvo, "Co-creational drone simulator for STEM pedagogy," in *Proc. CSEDU 2025*, 2025. [Online]. Available: <https://www.scitepress.org/Papers/2025/132901/132901.pdf>
- [6] P. Liu, Y. Xu, and H. Wang, "Quantifying personality in human-drone interactions for building heat loss inspection with virtual reality training," *arXiv preprint*, 2025. <https://arxiv.org/abs/2504.03014>
- [7] LuGus Studios, *Liftoff: FPV Drone Racing* [Video game]. https://store.steampowered.com/app/410340/Liftoff_FPV_Drone_Racing
- [8] Zephyr Drone Simulator. [Online]. Available: <https://zephyr-sim.com>
- [9] Srizfly Drone Simulator. [Online]. Available: <https://srizfly.com/application>
- [10] Velocidrone FPV Simulator. [Online]. Available: <https://www.velocidrone.com>

Розділ 2.

Медіапростір (кіберспорт, стрімінг, соціальні мережі і гейміфікація)

УДК 004.4`2

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ MYBATIS ТА JPA ЯК ПІДХОДІВ ДО ДОСТУПУ ДО БАЗ ДАНИХ У ГЕЙМІФІКОВАНИХ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ (НА ПРИКЛАДІ DISCORD)

КІПОРЕНКО І.Є.(kiporenkoillia@outlook.com), КАТЄЛЬНИКОВ Д.І.(katielnikov@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет

Розглянуто порівняння підходів MyBatis і JPA до доступу до бази даних у гейміфікованих соціальних мережах. Проаналізовано сильні та слабкі сторони кожного рішення, проведено імітаційне тестування продуктивності в умовах OLAP-навантаження з великими обсягами даних. Результати засвідчили перевагу MyBatis у складних аналітичних запитах із багаторівневими агрегаціями. Запропоновано комбіновану модель застосування обох технологій.

Постановка проблеми

Гейміфіковані соціальні мережі на кшталт Discord поєднують OLTP-операції (миттєва взаємодія користувачів) та OLAP-навантаження (аналітика активності, рейтинги, статистика). Питання вибору оптимальної технології доступу до даних визначає баланс між продуктивністю та зручністю розробки.

Завдання дослідження

1. Надати загальну характеристику MyBatis і JPA.
2. Провести тестування продуктивності в умовах OLAP-навантаження.
3. Сформулювати рекомендації для гейміфікованих соціальних мереж.

Загальна характеристика MyBatis і JPA

У табл. 1 наведено основні характеристики і переваги досліджуваних підходів [1, 2].

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика

Критерій	MyBatis	JPA/Hibernate
Рівень абстракції	Низький (ручний контроль SQL)	Високий (ORM приховує SQL)
Зручність розробки	Середня, потребує глибокого знання SQL	Висока, мінімальний обсяг коду
Оптимізація складних запитів	Висока, прямий контроль	Обмежена, залежить від генератора SQL
Продуктивність у OLTP	Висока, але з більшими зусиллями	Дуже висока завдяки автоматизації
Продуктивність у OLAP	Вища у сценаріях з великими обсягами та складними агрегаціями	Нижча через накладні витрати ORM
Масштабованість	Висока, особливо в аналітичних сценаріях	Середня при зростанні обсягів даних
Гнучкість	Максимальна (SQL можна оптимізувати під завдання)	Обмежена, акцент на універсальність

Суть дослідження

Було змодельовано базу даних Discord-подібної системи (користувачі, повідомлення, канали, ролі, досягнення). Тестові сценарії включали багаторівневі JOIN-операції, GROUP BY із агрегаціями та побудову лідербордів на даних до 50 млн записів [3].

Результати тестування

На рисунку 1 у вигляді діаграми представлено середній час виконання кількох тестових сценаріїв із різною кількістю даних та рівнем складності запитів. Як видно, MyBatis у всіх випадках забезпечує менший час виконання у порівнянні з JPA, що свідчить про його перевагу для складних аналітичних операцій.

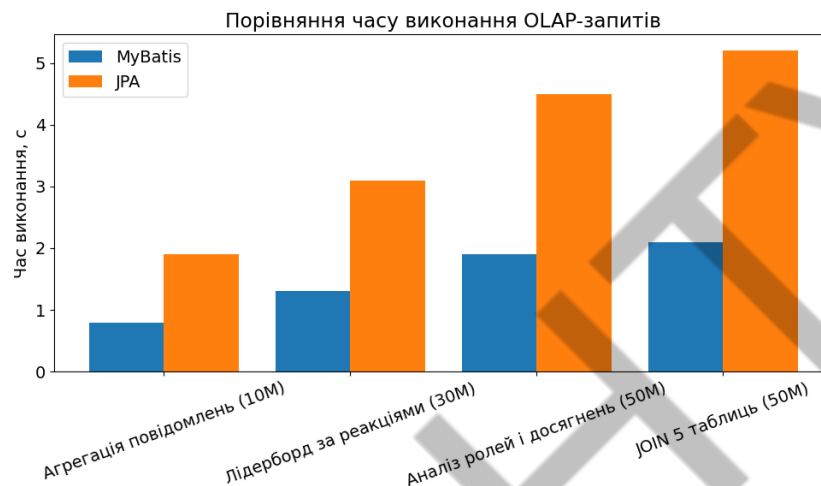


Рисунок 1 – Порівняння часу виконання OLAP-запитів у MyBatis та JPA

Рисунок 2 ілюструє середнє використання оперативної пам'яті під час виконання тих самих тестових сценаріїв. MyBatis демонструє нижчі значення пам'яті, тоді як JPA має удвічі більші витрати через накладні витрати ORM. Це підтверджує вищу ефективність MyBatis у роботі з великими наборами даних.

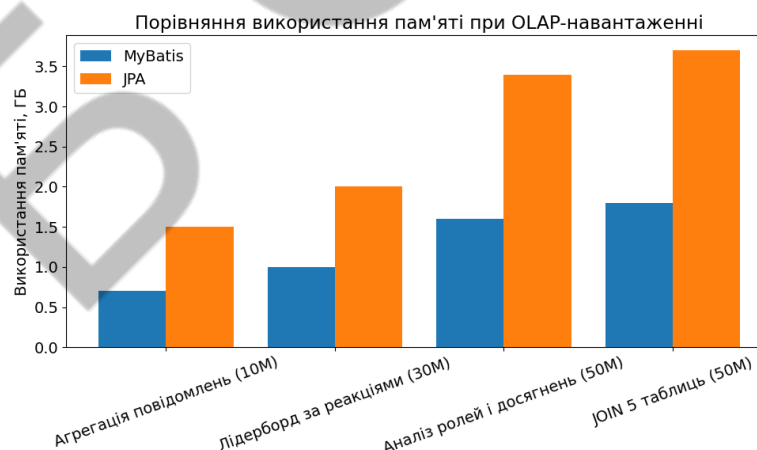


Рисунок 2 – Порівняння використання оперативної пам'яті при OLAP-навантаженні.

Висновки та рекомендації

Порівняльний аналіз показав, що MyBatis демонструє вищу продуктивність у складних аналітичних сценаріях, тоді як JPA залишається зручнішим для транзакційної частини системи. Це дозволяє рекомендувати гібридний підхід: використання JPA для OLTP-операцій та MyBatis для OLAP-навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] С. Bauer and G. Gregory, *Java Persistence with Hibernate*. Shelter Island, NY, USA: Manning Publications Co. LLC, 2015.

- [2] "MyBatis Documentation". [Онлайн]. Available: <https://mybatis.org>. [Accessed: Sept. 16, 2025].
- [3] R. Elmasri, "Data Management Fundamentals: Database Management System," in *Encyclopedia of Database Systems*, L. Liu and M. T. Özsu, Eds. New York, NY, USA: Springer, 2018. p. 784–785.

UDC 004.93'1:336.74

TELEGRAM BOT FOR SERVICE OF USERS OF A MEDICAL INSTITUTION

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net), VASILIEV IGNAT (ihn.vasyliiev@hneu.net)
Kharkiv national economic university named after Semen Kuznets

The purpose of the research is to create an autonomous Telegram bot that allows the user to quickly and intuitively interact with the medical service: register, make an appointment, receive information, cancel a visit, and the administration to see the full list of records and work with the patient database. The object of the research is the process of digital service maintenance in a medical institution. The subject of the research is the development of a software tool for automating recording, informing and administering interaction with patients using Telegram. The system works completely autonomously, without hosting or third-party APIs. The developed bot can be integrated into the operation of a real medical institution without additional costs for cloud services. The system minimizes recording errors, reduces the burden on personnel, and increases the efficiency of work organization. The program can be scaled and adapted for other areas, for example, educational institutions.

Statement of the problem.

Information technologies today have not only changed the way people interact, but also radically transformed healthcare services. In the realities of modern Ukraine, especially after the COVID-19 pandemic and in the context of growing digitalization, more and more medical institutions need effective tools for prompt communication with patients. One of the most promising solutions in this direction is the use of messengers, in particular Telegram, as a platform for creating interactive bots that act as virtual assistants. This is what became the starting point for the development of this diploma project.

Telegram bots have long established themselves as a convenient and versatile tool for automating routine tasks, from event notifications to processing user requests. Their advantage is that interacting with them does not require installing separate applications or training — the interface is intuitive and already familiar to millions of users. In the medical context, this allows you to bring services closer to the patient, making the process of making an appointment, obtaining information about doctors or scheduling visits as simple and accessible as possible.

Thus, the purpose of the research is to create a multifunctional telegram bot for service of users of a medical institution. The implementation of the following functions is envisaged: user registration, appointment with a doctor, viewing of doctors' schedules, cancellation of appointments, automatic appointment reminders, as well as administration by the clinic staff.

The objectives of the research are: studying the structure and needs of medical institutions for digital communication; conducting an analysis of modern solutions in the field of telegram bots; designing the architecture and logic of a telegram bot adapted for medical service; implementing a database for storing user records; adding confirmation mechanisms, doctor scheduling, and administration; implementing a button menu as the main form of the user interface; testing the bot in a real environment and collecting feedback.

The novelty of the development lies in the combination of several key functions within one Telegram bot: making an appointment, reading the schedule from a separate JSON file, confirming actions, having an administrative panel, a menu on buttons, and an automatic reminder mechanism. This allows us to consider the project not only educational, but also ready for use. The practical significance of the work lies in the possibility of using the Telegram bot in a real medical institution. The solution does not require a separate server or cloud environment - the entire database is stored locally, the code is open for editing, and the interface is adapted for an ordinary user. In addition to the direct implementation of

the bot, the research also includes the creation of system documentation, a logical model, specifications, test scenarios, and examples of work in Telegram.

Presentation of the main material.

The subject area considered within the framework of the conducted research covers digital means of organizing interaction between patients and the administration of a medical institution. The main attention is paid to building a convenient and functional interface thanks to a telegram bot, which allows the user to quickly perform basic actions, namely: register; make an appointment; view the doctors' schedule; cancel a visit or get information about the contacts and work schedule of the institution. This applies not only to medical services as such, but primarily to the process of their preliminary organization: communication, planning, registration, notification. These actions are carried out before the direct provision of medical care and determine the overall level of convenience of service, as well as the efficiency of using the institution's human resources. For the patient, they are the first stage of interaction with the clinic, and for the staff - a way to reduce the load and avoid organizational failures. In most cases, such processes in medical institutions are implemented through phone calls, personal appeals or websites. However, each of these approaches has significant limitations. Telephone communication is dependent on the human factor, the website is more difficult to use, especially for the elderly, personal appeals are too time-consuming. In this context, a telegram bot is an intermediate, convenient and intuitive solution that meets the modern needs of users.

Based on this, we can distinguish the basic processes that should be implemented through the bot: receiving primary information from the user (name, phone, email); registering for an appointment with a specific doctor at a specific time and day; checking the availability of an hour in the schedule; viewing all your own records; the ability to cancel an appointment; displaying a list of doctors and the appointment schedule; sending reminder messages; administering records (viewing, cleaning, filtering) by the clinic staff. The task is to ensure a full cycle of service interaction: from data collection to reminders and saving history. Special attention is required for the secure storage of information about users, limiting access to administrative commands, checking the format of entered data (for example, checking email or date), as well as ease of use for people with different levels of digital literacy. Taking into account the trends in the development of digital medicine, it can be argued that such services have broad prospects for implementation in public and private medical institutions, and the implementation of such a bot is not just an educational example, but a ready-made product for use in practice.

An analysis of existing solutions has shown that there are a number of medical platforms in the world that offer online doctor appointment services, appointment notifications, and electronic patient records. However, most of them are either web-based or require downloading a mobile application, which automatically limits accessibility for certain groups of users. This is especially true for older people who, although they use messengers, are not always able to confidently work with browsers or new applications. Telegram bots for medicine already exist, but they have their limitations. For example, several bots that perform only one of the functions — making an appointment or informing about the schedule — can be found in the open access. However, there are few comprehensive solutions with a full interaction cycle (registration, doctor selection, checking the availability of an hour, confirmation, reminders, administration), and the vast majority of them are created either for large networks or in a commercial format. The analysis conducted showed that most of the existing Telegram bots have narrow functionality or limited application. Some solutions are integrated only into internal clinic systems and do not have open access, while others require payment for use or are created exclusively for a specific brand.

The Telegram bot developed as part of the research has a number of advantages that make it different from the listed solutions, namely: completely autonomous operation without the need for a server; open code that can be adapted to any institution; the ability to run even on a regular laptop; a simple interface with buttons instead of commands.

Comparing the developed bot with existing analogues, we can conclude that it is unique in its structure. Its advantages: simplicity, versatility, a full set of service functions, local database storage, no dependence on third-party servers or payments. This is especially important for small clinics that do not have IT departments or resources for large-scale digital transformation. Therefore, the creation of such a telegram bot does not duplicate existing developments, but complements the market of tools with an affordable, simple and practical solution that meets the specific needs of the Ukrainian medical environment, taking into account its technical and economic realities.

Conclusions.

Within the framework of the conducted research, a Telegram bot project for service provision of users of a medical institution was fully implemented. From the very beginning of the research of the subject area to the practical creation and testing of the finished software product, a full cycle was completed, which included analytics, development, debugging, testing and documentation. The results obtained not only confirmed the relevance of the chosen topic, but also demonstrated the high efficiency of using simple digital tools for automating medical services. Based on the analysis of similar systems, including foreign solutions, our own vision was formed - the creation of an autonomous, fully functional Telegram bot that does not require third-party servers, complex installation or expensive tools. Special attention was paid to ensuring that the user could fully go through the entire cycle of interaction with the bot, from launch to appointment booking, in just a matter of minutes. The system is completely autonomous - it can be run on any computer with Python installed. The Telegram bot does not depend on hosting, third-party APIs, or servers, meaning it works locally, which is critically important for small medical institutions that do not have access to complex IT infrastructure.

In summary, the developed telegram bot fulfills the task set in full, that is, it provides simple, fast, intuitive interaction between the patient and the medical institution, reduces the number of routine actions of the staff and creates a qualitatively new level of service in healthcare. The implementation of such a tool in practice will be an important step towards the digital transformation of local medical structures and improving the quality of patient service.

REFERENCES

1. Vasyliiev Ignat. Improving the service of users of a medical institution / Ignat Vasyliiev // Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Postgraduate Students and Students "Information Technologies in the Modern World: Research of Young Scientists": Abstracts of Reports, February 27-28, 2025 – Kh.: Semen Kuznets KhNEU, 2025. – P.3.
2. Demydyuk A. S. Practice of implementing chatbots in the public sector / A. S. Demydyuk // Electronic Governance. – 2022. – No. 2. – P. 54–61.
3. Parfyonov Yu. E. Telegram-bot as an element of service digitalization / Yu. E. Parfyonov // Collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference of Students. – Kharkiv: KhNEU, 2023. – P. 128–131.
4. Petrova L. A. Implementation of chatbots for recording automation in educational institutions / L. A. Petrova // Modern information systems. – 2023. – No. 4. – P. 21–29.
5. Wikipedia: Telegram (messenger) [Electronic resource]. – Access mode : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Telegram>.
6. Python Courses for Communication [Electronic resource]. – Access mode : <https://python-course.eu/>.
7. Schedule Library in Python [Electronic resource]. – Access mode : <https://pypi.org/project/schedule/>.
8. SQLite Documentation [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sqlite.org/docs.html>.
9. Telegram Bot API [Electronic resource]. – Access mode : <https://core.telegram.org/bots/api>.

УДК 316.35

ГЕНДЕРНІ СТЕРЕОТИПИ ТА УПЕРЕДЖЕННЯ У КІБЕРСПОРТІ: ІСТОРИЧНИЙ КОНТЕКСТ, СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

С. АНДРЕЄВ (andreevgarage@gmail.com), В. АНДРЕЄВА (vandreeva813@gmail.com),
М. МАЛЯВИНА (malavinamaria8@gmail.com),
Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей»
Чугуївської міської ради Харківської області

Проаналізовано історичний розвиток та сучасні виклики для жінок у кіберспорті. Досліджуються ключові бар'єри: гендерні стереотипи, упередження та гіперсексуалізація. Встановлено, що ці перешкоди мають соціальний та психологічний, а не фізичний характер. Обговорюються шляхи подолання, зокрема зміна громадської думки та створення інклюзивних

умов. У висновку підкреслюється, що майбутнє кіберспорту залежить від здатності індустрії забезпечити рівноправне середовище для всіх учасників.

Кіберспорт – це змагальна дисципліна, заснована на командному або індивідуальному режимі у комп'ютерних іграх [1]. Народившись із відеоігор, кіберспорт вийшов за рамки самих ігор, перетворившись на цифрову індустрію розважальної культури та спорту.

Участь жінок у кіберспорті починається з кінця 90-х років, коли вони активно включилися в змагальну практику. Однією з перших помітних фігур стала Джі Су, яка, починаючи з 16 років, виявила інтерес до ігор Червоного Ходу. У її кар'єрі найбільш значним моментом став жіночий відбірний турнір на World Cyber Games в 2003 році. Ця подія відкрила двері для жінок у професійний кіберспорт. З того часу спостерігається зростання участі жінок у різних іграх, незважаючи на домінування чоловіків у цій сфері.

У той час як на початку 2000-х років жінок у кіберспорті було небагато, зараз можна з повною впевненістю говорити про появу різних жіночих команд. Однією з перших та значущих команд стала команда «Карма» у CS:GO, яка виступала на міжнародній арені й продемонструвала високий рівень гри. Маючи за плечима досвід участі у турнірах, ця команда надихнула багатьох дівчат до активного включення до кіберспортивної спільноти. Сучасні дослідження гендерної комунікації в кіберспорті виявляють безліч аспектів, які формують унікальний образ жінок у цій сфері. Процес сприйняття жінок у рамках кіберспортивної культури зазнає впливу як історичних традицій, так й сучасних стереотипів. Гра, спочатку орієнтована переважно на чоловічу аудиторію, створила якусь упередженість щодо ролі жінок. Важливим аспектом цього питання є те, що гендерний поділ суспільства формує різні очікування та стереотипи, які чинять тиск на жінок-гравців [2].

Кіберспортивна спільнота продовжує зіштовхуватися з питаннями, що стосуються стереотипів та дискримінації. Наприклад, у конкуруючих іграх часто спостерігається упередження щодо здібностей жінок до змагальної гри. Як правило, жінки не сприймаються в ігровому суспільстві як «справжні геймери». Крім того, самі жінки часто не вважають себе такими через вибір ними казуальних ігор чи ігор на мобільних пристроях. Це формує невидиму «стіну», яка заважає жінкам почуватися комфортно в середовищі, де домінують чоловіки. Часто жінки сприймаються як новачки, які не володіють достатньою кваліфікацією, що пов'язано з загальною думкою, ніж з реальними здібностями гравця [3].

Водночас кіберспорт може стати потужним інструментом для досягнення гендерної рівності. Зазначимо, що базові досягнення у кіберспорті (наприклад, стратегічне мислення та швидкість реакції) не залежить від фізичного тіла. Це може створити умови для активної участі жінок на рівних із чоловіками. Крім того, кількість жінок, які мають високу кваліфікацію у грі, насправді вище, ніж можна було б припустити, однак вони стикаються з труднощами у залученні та визнанні.

Серед основних проблем є питання гіперсексуалізації. Дослідження показують, що жінки в кіберспорті часто сприймаються через призму сексуальних стереотипів, що знижує розуміння їх професійних навичок. Жінки часто зображуються у стереотипних ролях, які зазвичай ставляться до сексуальності, в якій жінка фокусується на красі або фізичній привабливості. Таким чином, незважаючи на формальну відкритість, реальність виявляється більш жорсткою, ніж здається б.

У кіберспорті гендерні стереотипи продовжують чинити серйозний вплив на сприйняття та участь жінок. Стереотипи про те, що жінки «стріляють гірше», багато в чому пов'язані з традиційними уявленнями про чоловічу домінуючу роль в іграх та недостатнім їх представництвом у професійному середовищі, адже традиційно вважається, що «справжні» чи «хардкорні» геймери – це чоловіки.

Одним з ключових кроків для покращення ситуації може стати робота над зміною громадської думки, формування позитивного іміджу жінок у кіберспорті, а також створення програм, спрямованих на максимальне залучення дівчат у індустрію. Це може включати в себе просування жіночих команд та створення рівних умов для участі у змаганнях.

Ігри, чи то комп'ютерні, консольні чи настільні, представляють свого роду сцену, де вкотре повертаються гендерні проблеми. Кіберспорт є унікальним випадком, коли бар'єри на рівні

фізичної сили та витривалості, які мають місце у традиційних видах спорту, відсутні, проте культурні та соціальні стереотипи продовжують впливати. Стеф Харві – жінка-геймер, яка не раз стикалася з сексизмом та отримувала погрози – каже: «Це «чоловічий клуб», тому жінка в цьому світі одразу потрапляє до категорії інших» [3].

Жінки становлять лише 5% від загальної кількості учасників у кіберспорті, включаючи гравців та спеціалістів у різних галузях цієї індустрії. Це не тільки відображає загальнодоступні статистичні дані, але також вказує на більш глибокі спеціальні та психологічні аспекти, що впливають на участь дівчат у кіберспорті. Гендерні стереотипи послужили серйозним бар'єром для жінок, й реальність часто обрамляє їх можливості та сприйняти як гравців і професіоналів. Прикладом служить Сяомен Лі, яка була визнана однією з найкращих ігрових фігур, але навіть її успіхи не можуть повною мірою змінити громадську думку про роль дівчат у даному полі.

Психологічне сприйняття ясніше простежується в уявленнях про те, як чоловіки та жінки відносяться до відеоігор. Відомо, що чоловіки частіше прагнуть змагання й подолання труднощів, що робить їх більш сприйнятливими до кіберспортивних ігор, пов'язаних з високими ставками та конкурентним духом. При цьому участь та внесок дівчат у кіберспорт часто залишаються недооціненими. Френкі Уорд наголошує, що важливим аспектом участі жінок є максимальний захист особистих кордонів у цьому конкурентному середовищі, що потрібно враховувати для створення інклюзивної атмосфери.

Контекст упередженості та стереотипів у кіберспорті може бути зменшено через освіту та просвіту різних сегментів аудиторії.

Відкрите обговорення особистих історій, управління емоціями та спілкування між різними групами також допоможуть створити більш здорове середовище для участі як жінок, так і чоловіків. Важливо розуміти, що ці дії вимагають часу та колективного зусилля, щоб можна було досягти результату та забезпечити рівні можливості як для жінок, так і для чоловіків у кіберспорті.

Отже, образ жінки в кіберспорті представляє собою багатогранний феномен, який зазнав значних змін з моменту свого зародження. Історичний контекст участі жінок у кіберспорті, починаючи з 90-х років, демонструє, як поступово змінювалося сприйняття жіночої участі у цій галузі. На початкових етапах жінки стикалися з упередженістю й стереотипами, які обмежували їхні можливості та знижували рівень визнання їхніх навичок. Однак з часом, завдяки зусиллям як самих жінок, так і прихильників гендерної рівності, ситуація почала змінюватися.

Соціальні фактори, що впливають на сприйняття жінок у кіберспорті, відіграють ключову роль у формуванні громадської думки. Важливо відзначити, що суспільство, в якому ми живемо, приймає значний вплив на те, як сприймаються жінки у традиційно чоловічих сферах, таких як кіберспорт. Стереотипи про те, що ігри та кіберспорт – це «чоловіча справа», все ще мають місце, проте сучасні тренди показують, що ці стереотипи поступово руйнуються.

Збільшення кількості жінок у кіберспорті, а також їх успіхи на міжнародній арені сприяють зміні громадської думки та створенню більш інклюзивного середовища.

Також можна відмітити, що робота над створенням рівних умов для всіх учасників кіберспорту, в залежності від статі, є важливим завданням для всієї індустрії. Визнання досягнень жінок, підтримка їх участі та активна протидія упередженості – це кроки, які допоможуть створити більше справедливе та рівноправне середовище у кіберспорті. Майбутнє цієї сфери залежить від того, наскільки успішно ми зможемо подолати існуючі бар'єри та створити умови, в яких кожен зможе проявити свої таланти та здібності, незалежно від гендерної власності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Д. І. Логвінов, «Кіберспорт в цифровому суспільстві», Інноваційні технології, с. 369-375, 2022.
2. О. О. Журавльов, «Соціальний портрет геймера», Проблеми психології, № 6(20), с. 209-213, 2021.
3. В. В. Радченко, «Конфлікти в індустрії комп'ютерних ігор», Проблеми психології, № 2(12), с. 140-145, 2020.

КІБЕРСПОРТ У CS:GO: РОЗВИТОК, ВПЛИВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

КАБАРОВСЬКИЙ І. О. (kabarovskiyilia@gmail.com), РОМАНЮК О.Н.

Вінницький національний технічний університет

Розглядається розвиток кіберспорту на прикладі гри Counter-Strike: Global Offensive (CS:GO), аналізуються чинники її росту, вплив на гравців, суспільство та економіку, а також перспективи подальшого розвитку галузі.

Кіберспорт у CS:GO [1-3] пройшов значний шлях розвитку від аматорських матчів до глобальної індустрії. Гра CS:GO, випущена компанією Valve у 2012 році, швидко здобула популярність завдяки поєднанню тактичної глибини, командної взаємодії, механік заснованих на вмінні стріляти й орієнтуватися у просторі, та значним турнірам з великими призовими фондами. Заснування Major-турнірів, участь міжнародних команд і стрімінгові платформи сприяли створенню масштабної аудиторії. Counter-Strike Major Championships, які з часом розширилися до певної кількості команд (наприклад, двадцять-шість чи тридцять дві), стали символом престижу, змагань найвищого рівня, і однією з осей, навколо яких формується екосистема CS:GO.

Ключовими факторами розвитку є технологічний прогрес: потужні комп'ютери та мережі, стрімінгові сервіси, а також інструменти комунікації і аналітики. Наприклад, дослідження показали, що професійні гравці повинні мати високий рівень візуомоторної координації, швидкої реакції, планування, гнучкості когнітивних процесів, а також здатність справлятися зі стресом і сильними емоціями під час змагань.

Окрім фізичних і когнітивних навичок, важливу роль відіграють командні зв'язки, комунікація, довіра між гравцями, стабільність складу. У дослідженні «Individual and Collective Performance Deteriorate in a New Team: A Case Study of CS:GO Tournaments» показано, що після змін у складі команди продуктивність як окремих гравців, так і команди в цілому суттєво падає, особливо на початковому етапі, і лише поступово відновлюється. Також аналіз «Survival of Professional Counter-Strike: Global Offensive Teams» вказує, що велика національна різноманітність складів може збільшувати ризик «вимирання» (тобто розпаду або занепаду) команди через складнощі координації, культурних розбіжностей тощо.

Вплив CS:GO на суспільство багатогранний. Позитивно: розвиток навичок, таких як співпраця, стратегічне мислення, прийняття рішень під тиском, швидка реакція, інформаційна грамотність, цифрова компетентність. Участь у турнірах та командах формує досвід соціальної взаємодії, організації, відповідальності. Є і негативні аспекти: ризик надмірного захоплення грою, проблем зі здоров'ям (зорові навантаження, стрес, порушення сну), питання етичної поведінки — шахрайство, маніпуляції у ставках, використання уразливостей гри. Наприклад, існують дослідження, які показують, що участь у кіберспорті може призводити до зростання ризику "ігрової залежності" чи проблем із балансом життя й гри.

Економічно CS:GO створює значні можливості: призові фонди, спонсорство, рекламні контракти, продажі ігрових предметів, мерч, ліцензії, права на трансляції. Турніри як Major забезпечують великий перегляд, що залучає бренди. Це стимулює розвиток інфраструктури — арен, організаторів, виробництва обладнання, тренувальних платформ. Економічний ефект також включає робочі місця — гравці, тренери, аналітики, стрімери, адміністратори. Пандемія COVID-19 показала, що кіберспорт має переваги порівняно з традиційним спортом у тому, що може підтримати активність під час обмежень, через онлайн-формати, стріми, що збільшило аудиторію і доходи в цей період.

Технологічні інновації також змінюють гру: використання систем збору даних і аналітики гравців, сенсорів, вимірювань візуальної уваги, вимірювання фізіологічних показників (пульс, тиск, реакція), машинне навчання для прогнозування продуктивності та виявлення потенціалу. Наприклад, система, яка використовує зорову увагу для порівняння гравців-аматорів і професійних кіберспортсменів у CS:GO дисципліні. Також дослідники використовували "розумні" крісла з акселерометрами і гіроскопами, щоб аналізувати поведінку гравця під час гри.

Перспективи розвитку кіберспорту у CS:GO можна поділити на кілька напрямів. По-перше, поліпшення підтримки психічного та фізичного здоров'я гравців: введення стандартів для режиму тренувань, відпочинку, харчування, психологічної підтримки. По-друге, підвищення рівня регуляції і етичних норм: боротьба з договірними матчами, шахрайством, зловживанням уразливостей гри, забезпечення чесності і прозорості. Організації як ESIC (Esports Integrity Commission) вже працюють у цьому напрямі. Третє — розвиток освітніх і соціальних програм, які визнають кіберспорт як платформу розвитку компетенцій, навчання, роботи в команді, що може бути інтегровано в школи чи університети. Четверте — технологічне вдосконалення: кращі інструменти аналітики, реального часу моніторингу, VR/AR, вдосконалені стрімінгові платформи, поліпшення обладнання і мережевої інфраструктури. П'яте — міжнародна експансія та легалізація: визнання кіберспорту у багатьох країнах як частини спортивної культури, можливе включення до офіційних програм, отримання державної підтримки та спонсорства.

Втім існують ризики, які можуть стримувати розвиток: регуляторні бар'єри, правові проблеми, питання авторського права, втручання розробників гри у екосистему, екологічні та соціальні наслідки великого споживання енергії, залежності від ІТ-інфраструктури. Також важливим є баланс між комерціалізацією і збереженням спільноти, культури та чесності.

Таким чином, кіберспорт у CS:GO — це феномен, який уже має значний вплив на гравців, спільноти, економіку й культуру. Його розвиток зумовлений технологіями, інфраструктурою, психологією, бізнес-моделями та глобальним інтересом. Перспективи великі, якщо галузь ефективно справиться із викликами здоров'я, етики, регуляції та соціальної відповідальності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] S. E. Jenny, N. Besombes, T. Brock, A. C. Сфті, Т. М. Scholz, “Esports Performance Skills”, in *Routledge Handbook of Esports*, Routledge, 2024.
- [2] K. Himmelstein, et al., “Exploratory study of qualitative psychological factors influencing performance of esports athletes”, *Frontiers in Sports and Active Living*, 2025.
- [3] A. Smerdov, A. Kiskun, R. Shaniiazov, A. Somov, E. Burnaev, “Understanding Cyber Athletes Behaviour Through a Smart Chair: CS:GO and Monolith Team Scenario”, arXiv:1908.06407, 2019.

УДК 004.5

ДИЗАЙН СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

КУДРЯШОВА А. В., БІЛЕЦЬКИЙ Ю. О. (alona.v.kudriashova@lpnu.ua, yura.biletskyj@gmail.com)
Національний університет «Львівська політехніка»

Представлено результати проектування та розробки дизайну соціальної мережі закладу вищої освіти, орієнтованої на підтримку комунікаційних, навчальних та організаційних процесів між учасниками освітнього середовища. Описано структуру ключових сторінок вебдодатку, зокрема інтерфейсу сторінки авторизації та повідомлень.

Сучасний розвиток цифрових технологій зумовлює зростання потреби у створенні комунікаційних платформ, здатних забезпечити ефективну взаємодію між учасниками освітнього процесу. У закладах вищої освіти соціальні мережі виконують не лише інформаційну, а й організаційну та навчально-методичну функції [1, 2]. Тому виникає потреба у створенні спеціалізованої соціальної мережі з оптимізованим дизайном, яка б поєднувала зручність користування, функціональну гнучкість і відповідність освітнім завданням.

Перелік вирішених завдань: проведено аналіз цільової аудиторії, розроблено діаграму діяльності, створено концепцію та прототип інтерфейсу у Figma.

У дизайні соціальної мережі важливим є не лише забезпечення функціональної повноти, а й досягнення інтуїтивної зрозумілості інтерфейсу та високої швидкості доступу до ключових

можливостей. Розроблення системи без урахування цих чинників може призвести до зниження рівня залученості користувачів та неефективності платформи [3].

Розроблено концепцію зовнішнього вигляду платформи. Значну увагу приділено розташуванню основних елементів інтерфейсу та візуальній логіці їх сприйняття користувачем. Прототип включає стрічку, вікно повідомлень, панель введення тексту та елементи керування, розташовані так, щоб забезпечити зручність взаємодії та уникнути перевантаження інтерфейсу.

Сторінка авторизації (рис. 1) виконує функції входу та реєстрації користувачів. Передбачено можливість перемикавання між цими режимами. Форми містять поля для введення електронної пошти та пароля, а у випадку реєстрації — додаткове поле для підтвердження пароля. Після успішного входу або реєстрації користувач автоматично перенаправляється на головну сторінку з персональним профілем.

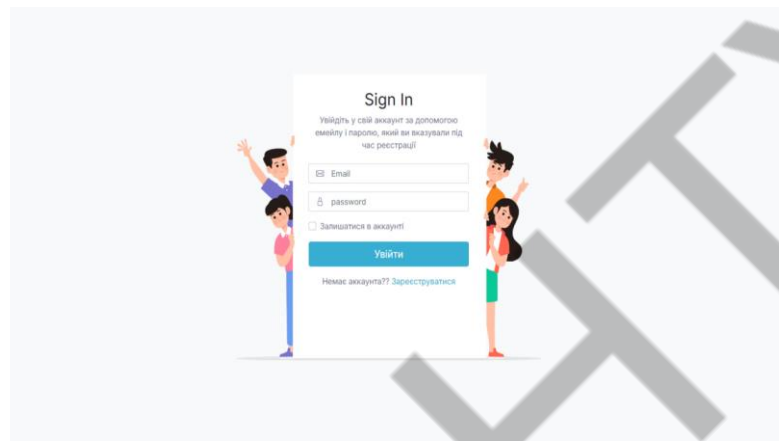


Рис. 1. Сторінка авторизації

Вигляд основної сторінки платформи представлено на рис. 2.

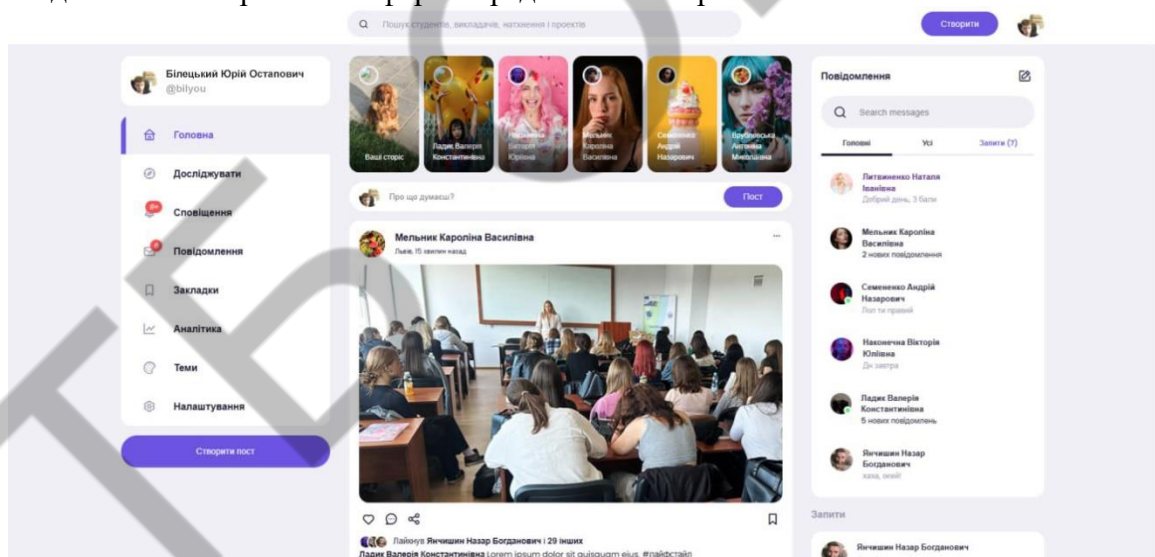


Рис. 2. Головна сторінка

Реалізовано можливості здійснювати обмін повідомленнями в чаті та відображення історії переписки. Процес створення повідомлення представлений за допомогою діаграми діяльності (рис. 3) [4].

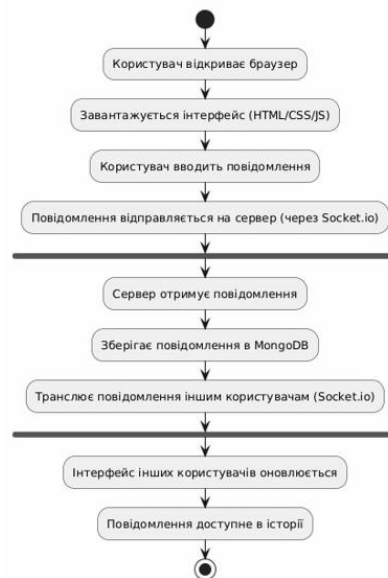


Рис. 3. Діаграма діяльності

Сторінка з повідомленнями (рис. 4) реалізована для організації особистої та групової комунікації між користувачами. У правій частині розміщено список діалогів, кожен з яких містить ім'я співрозмовника, аватар, фрагмент останнього повідомлення та індикатор наявності непрочитаних. При виборі діалогу в центральній частині відкривається чат з усією історією переписки. Відправлені повідомлення вирівнюються праворуч, отримані — ліворуч, що створює чітку візуальну диференціацію.

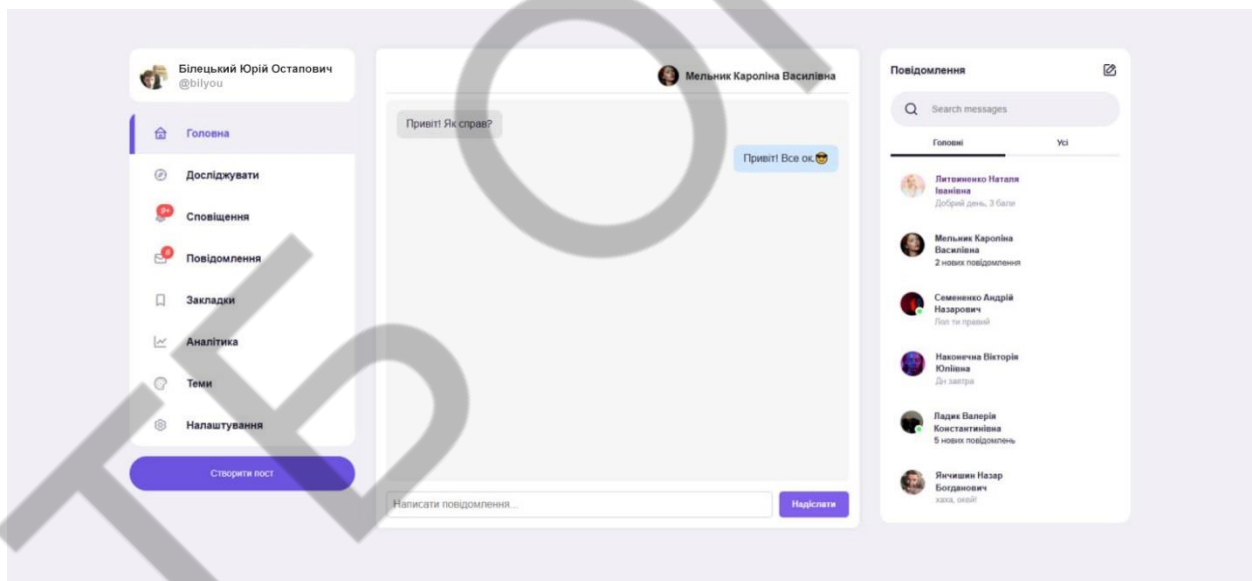


Рис. 4. Сторінка з повідомленнями

Для розроблення та тестування макетів застосовано середовище Figma [5], яке дало змогу оперативно змінювати структуру інтерфейсу та оцінювати його зручність без необхідності негайного переходу до програмування. Це дозволило виявити та усунути недоцільні елементи на ранніх етапах.

Висновок. Розроблений дизайн соціальної мережі для закладу вищої освіти враховує особливості цільової аудиторії та забезпечує баланс між функціональністю і простотою використання. Застосований поетапний підхід до впровадження функцій дозволяє поступово розширювати можливості системи, зберігаючи її зручність і доступність для користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J. Dron, T. Anderson. On the design of social media for learning. *Social Sciences*. 2014. № 3 (3). Pp. 378–393. <https://doi.org/10.3390/socsci3030378>.

2. A. M. Diez-Pascual, P. G. Díaz, R. P. Capilla. Development of a social networking platform as a methodology for teaching in the degree of chemistry. *Proceedings*. 2018. № 2 (21), 1363. <https://doi.org/10.3390/proceedings2211363>.
 3. S. Sternad Zabukovšek, Z. Deželak, S. Parusheva, S. Bobek. Attractiveness of collaborative platforms for sustainable e-learning in business studies. *Sustainability*. 2022. № 14 (14), 8257. <https://doi.org/10.3390/su14148257>.
 4. A. J. Pereira, A. S. Gomes, T. T. Primo, R. L. Rodrigues, R. P. M. Júnior, F. Moreira. Learning mediated by social network for education in K-12: Levels of interaction, strategies, and difficulties. *Education Sciences*. 2023. № 13 (2), 100. <https://doi.org/10.3390/educsci13020100>.
 5. Figma. URL: <https://www.figma.com/>.
- УДК 004.38

ФЕНОМЕН КІБЕРСПОРТУ: ГРАВЦІ, ТУРНІРИ ТА ВЕЛИКІ ГРОШІ

ЛОГОША Л. Г. (anik1784@i.ua), ГАВРИЛЕНКО Д.С (dengavrilenko21@gmail.com)

Відокремлений структурний підрозділ «Конотопський індустріально-педагогічний коледж
Сумського державного університету»

Розглянуто феномен кіберспорту як соціально-культурного явища. Висвітлено його розвиток від появи перших відеоігор до медіаімперій з бюджетом, що перевищує традиційні спортивні змагання найвищого рівня. Розглянуто джерела отримання прибутків та найкращих гравців в Україні та закордоном.

Фізична активність та спорт є притаманні сучасному суспільству, вони задовольняють потребу людини у відпочинку та розвагах, а також дають емоційну розрядку. З розвитком комп'ютерних технологій виникає та отримує все більше поширення та популярність кіберспорт. Так, починаючи з 1950-х років, від появи відеоігор, а в подальшому їх постійного удосконалення та видозмінення, гравці можуть конкурувати в різних видах спорту у віртуальному світі, незважаючи на фізичну підготовку. Сьогодні кіберспорт перетворився на масштабне явище, яке поступово наближається до традиційних видів спорту на кшталт футболу чи баскетболу. Його швидке зростання та популярність у світі роблять тему дослідження актуальною та важливою.

«Кіберспорт (е-спорт) як соціально-культурне явище, фундаментом якого є спорт, медіа, розваги та культура, виникло у цифровому середовищі. Зазвичай кіберспортивні ігри – це шутери від першої особи, стратегії реального часу й спортивні симулятори. Подібно до звичайного спорту, конкретні ігри називають дисциплінами [3, с.24]. Як і в будь якому спорті, найважливішим елементом є змагальна діяльність, а отже кіберспорт «залежить від рівня розвитку інфраструктури інформаційних технологій у країні та рівня доступності інформаційних технологій серед населення країни [2, с.64]. Останнє десятиліття констатується потужна комерціалізація е-спорту, максимальних прибутків пригнучуть і гравці та їх команди, так і організатори турнірів, які, у свою чергу, стають все більш масовими та видовищними.

Призові фонди в кіберспорті формуються з кількох ключових джерел, що дозволяє залучати великі суми та робити турніри привабливими для топових гравців. Завдяки різним моделям фінансування організатори можуть пропонувати серйозні грошові винагороди.

Основні джерела фінансування:

- **реклама та спонсорство.** Великі турніри активно співпрацюють із компаніями, які прагнуть просувати свої продукти серед геймерської аудиторії. Брендування, рекламні інтеграції та партнерські угоди є важливим джерелом доходу;

- **власні інвестиції організаторів.** Такі платформи, як ESL чи DreamHack, вкладають власні кошти у проведення змагань, щоб забезпечити високий рівень подій і залучити провідних кіберспортсменів;

- **підтримка фанатів.** Частина фінансування надходить від самих глядачів. Наприклад, у грі Dota 2 компанія Valve пропонує купувати внутрішньоігрові предмети, частина прибутку з яких

поповнює призовий фонд турніру The International. Такий підхід щороку приносить мільйони доларів завдяки активності фанатів.

Основні кошти у кіберспорт приносить великі бренди. Компанії, які інвестують у е-спорт як через спонсорство, так і через рекламу на турнірах, забезпечують собі безперервний доступ до молоді аудиторії у будь-якій частині світу, адже аудиторія найбільших кібертурнірів вже перевищує аудиторію найрейтинговіших спортивних змагань у традиційному спорті. Кіберспорт може забезпечити компанії швидкий вихід на новий ринок, простимулювати продаж товару, провести ребрендинг і скласти нове позиціонування продукції або послуги [4].

Розглянемо декілька наймасштабніших кіберспортивних турнірів, які не тільки збирають величезну аудиторію, але й мають одні з найбільших призових фондів в історії кіберспорту:

- **The International (Dota 2):** Рекордсмен за призовими фондами. У 2021 році зібрав понад \$40 мільйонів, переважно за рахунок донатів гравців;

- **Fortnite World Cup:** У 2019 році розіграв \$30 мільйонів. 16-річний Bugha виграв головний приз — \$3 мільйони;

- **League of Legends World Championship:** Один із найпрестижніших турнірів з великим призовим фондом, що у 2018 році перевищив \$6 мільйонів.

Одночасно з бурхливим розвитком кіберспорту виникають і сервіси для потокової трансляції. «Стримінгова система – це Інтернет майданчик потокового відео, де основний контент носить ігровий характер. Сьогодні існує багато подібних майданчиків: Twitchtv, Azubu, Hitbox, Ustream. Джерелами доходу на них стають як підписка користувачів і реклама, так і «пожертвування» глядачів» [1, с. 53].

Таким чином, у сучасному медіапросторі кіберспорт набуває все більшої ваги та популярності у світі, що підтверджується і фінансовою складовою, а кіберспортсмени - це вже не просто гравці, вони - справжніми зірками, з великим впливом на свою аудиторію. Аналітики прогнозують подальший стрімкий розвиток ігрової індустрії, що з інвестиційної точки зору є одним з найпривабливіших ринків.

NAVI: Історія успіху та українська ідентичність

«Народжені перемагати», або просто NAVI, є не просто командою, а справжнім феноменом українського кіберспорту. Заснована у 2009 році, вона стрімко підкорила світ, ставши першою в історії, що виграла три мейджори в різних версіях Counter-Strike: CS 1.6, CS:GO та CS2. Цей унікальний «Великий шолом» є свідченням їхньої незмінної адаптивності, здатності доминувати та знаходити свій стиль в умовах постійних змін. Після повномасштабного вторгнення росії у 2022 році, NAVI продемонстрували свою принципову позицію, повністю відмовившись від російських гравців. Це рішення, прийняте через «репутаційні ризики», підкреслило їхню солідарність з Україною. У листопаді 2022 року вони почали співпрацю з благодійною платформою UNITED24, а тодішній лідер Oleksandr "s1mple" Kostylev особисто пожертвував \$100 тис., що стало символом їхньої відданості своїй країні.

Oleksandr "s1mple" Kostylev: Легенда Counter-Strike.

Oleksandr "s1mple" Kostylev — це не просто найвідоміший український гравець, а один з найвидатніших кіберспортсменів в історії. З 2016 по 2023 рік він виступав за NAVI, ставши обличчям команди та світовою іконою. Його неймовірна майстерність, агресивний стиль гри та непередбачувані рішення на полі бою вражали як глядачів, так і суперників. За свою кар'єру він тричі був визнаний найкращим гравцем року за версією HLTV.org (у 2018, 2021 та 2022 роках). Разом з NAVI він здобув титул чемпіона на PGL Major Stockholm 2021, а його особистий доробок включає 21 нагороду найціннішого гравця турнірів (MVP). У 2022 році ESL назвала його найкращим гравцем десятиліття у CS:GO, закріпивши його статус як одного з найвидатніших гравців усіх часів.



Олександр Костилєв, Фото: Getty Images

Інші зірки українського та світового кіберспорту

Українська кіберспортивна сцена не обмежується лише Counter-Strike. Серед інших легендарних гравців, які прославили Україну:

- Danylo "Dendi" Ishutin: Жива легенда Dota 2. Його виступи за NAVI принесли команді світову славу, особливо після тріумфу на The International 2011 — першому в історії чемпіонаті світу з цієї гри. "Dendi" відомий своєю харизмою, агресивною грою на центральній лінії та величезною відданістю гри.
- Olexander "AlexIch" Ichetovkin Один з піонерів українського кіберспорту у League of Legends. Він здобув значні успіхи на міжнародній арені, будучи ключовим гравцем у складі команди Moscow Five, яка домінувала у 2012 році.

На світовій арені існують імена, чиї досягнення виходять за рамки однієї гри, роблячи їх іконами кіберспорту в цілому:

- Lee "Faker" Sang-hyeok: Беззаперечний «Король демонів» у League of Legends і, на думку багатьох, найкращий кіберспортсмен в історії. Він є найтитлованим гравцем у своїй дисципліні, а його чотири перемоги на чемпіонатах світу та безпрецедентна стабільність на найвищому рівні протягом десятиліття підтверджують його легендарний статус.
- Zhou "Z" Xiaohai: Відомий як "Z", він є одним із найвидатніших гравців у StarCraft II. Його тактична майстерність та інноваційний підхід до гри надихають ціле покоління гравців.
- Karl "Karl" Jaume: Один із найсильніших гравців у Dota 2 з Філіппін. Його стабільність та високоефективна гра на центральній лінії роблять його ключовим гравцем у будь-якій команді.
- Kyle "Bugha" Giersdorf: Світова сенсація, що здобув перемогу на першому чемпіонаті світу з Fortnite у 2019 році, вигравши \$3 мільйони.

Ці імена є яскравим підтвердженням того, що кіберспорт став глобальним явищем, де українські таланти відіграють важливу роль і гідно конкурують на найвищому світовому рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горова К.О., Горовий Д.А., Кіпоренко О.В. Основні тенденції розвитку ринку кіберспорту. Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. 2016. № 4 (2). С. 51–55. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pirpr_2016_4%282%29__12.
2. Лазнева І.О., Цараненко Д.І. Кіберспорт та його вплив на зміну структури світового ринку комп'ютерних ігор. Ужгород, 2018. С. 63–67.
3. Кіберспорт : монографія / за заг. ред. Є. В. Імаса, О. В. Борисової, О. А. Шинкарук. – Київ : Олімпійська л-ра, 2021. – 616 с.
4. Коваленко С.В. Основні етапи інформатизації суспільства та освіти. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2016. Вип. 135. С. 181–184.

МИСТЕЦЬКО-МЕДІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ШКІЛЬНОЇ МЕДІАСТУДІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ УКРАЇНСЬКОГО МИСТЕЦТВА В ПІДЛІТКОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ (НА ПРИКЛАДІ ПРОЄКТУ «60 СЕКУНД ПРО УКРАЇНСЬКЕ МИСТЕЦТВО»)

МЕЛЬНИК Є.О., (ev.melnik@ukr.net),

ПУСТОВАРОВА М.О., (mariapustovarova30@gmail.com)

Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області

У статті розглядається проблема популяризації українського мистецтва в підлітковому середовищі засобами медіаосвіти. Показано роль шкільної медіастудії як інструменту поєднання освітньої та виховної діяльності з актуальними медіапрактиками. На прикладі проєкту «60 секунд про українське мистецтво» проаналізовано ефективність використання соціальної мережі TikTok для формування медіаграмотності, національної ідентичності та творчої самореалізації учнів. Особливу увагу приділено роботі з обдарованою молоддю, яка отримує можливість розкривати індивідуальні здібності в процесі створення культурного контенту.

Сучасне підліткове середовище формується в умовах постійного впливу цифрових інформаційних потоків. Учні щодня отримують велику кількість медіаконтенту, який вони переважно споживають у форматі коротких розважальних відео. Натомість рівень звернення до освітніх і культурних ресурсів залишається низьким. Це породжує проблему: як зробити так, щоб сучасні школярі, не втрачаючи інтересу, зверталися до національної культурної спадщини, засвоювали знання про українське мистецтво й водночас розвивали інформаційну грамотність? Вирішення цієї проблеми можливе завдяки медіаосвіті, яка поєднує освітню та виховну діяльність з актуальними для молоді медіапрактиками.

У багатьох країнах світу медіаосвіта вже давно є складовою шкільних програм. Вона спрямована на розвиток критичного мислення, безпечне використання інтернету та вміння розрізняти достовірні й маніпулятивні джерела. Як стверджує Н. Громова, медіаосвіта є діяльнісним процесом розвитку та саморозвитку особистості за допомогою інструментів ма-сової комунікації [1, с. 121]. В Україні цей напрям має додаткову специфіку, адже тісно пов'язаний із формуванням національної ідентичності та патріотичних цінностей. Вітчизняні школи дедалі активніше створюють медіастудії, що дозволяють залучати учнів до створення власного контенту та осмислення культурних смислів. Однак проблема популяризації українського мистецтва серед підлітків залишається відкритою. Молодь охоче сприймає сучасні цифрові формати, але здебільшого дистанціюється від класичної культурної спадщини. Це вимагає пошуку нових шляхів - таких, що поєднуюватимуть емоційність, динаміку й доступність інформації із виховним і мистецьким змістом.

Одним із прикладів такої роботи є проєкт «60 секунд про українське мистецтво», реалізований у Кам'яноярському ліцеї в межах діяльності шкільної медіастудії [2]. Його головна ідея полягає у створенні коротких динамічних відео для TikTok, кожне з яких присвячене одному українському художникові. Формат дозволяє упродовж однієї хвилини ознайомити учнів із ключовими рисами творчості митця, представити цікавий факт чи інтерпретацію картини.

Апробація проєкту показала, що навіть мінімальний за обсягом контент може зацікавити школярів і спонукати їх до глибшого занурення в тему. Учні брали участь у написанні сценаріїв, зйомці, монтажі та поширенні відео. Це сприяло не лише розвитку їхніх медіакомпетентностей, а й підвищенню мотивації до вивчення українського мистецтва.

Окремим напрямом стала робота з обдарованими учнями. Шкільна медіастудія створила для них середовище творчої самореалізації: ті, хто мав схильність до літературної творчості, займалися сценаріями; учні з технічними здібностями відповідали за зйомку та монтаж; талановиті комунікатори виступали ведучими. Такий підхід дав змогу розкрити індивідуальні здібності дітей, сприяв формуванню командних навичок і відчуттю власної причетності до культурної діяльності. Водночас відбулося поєднання інтересів обдарованої молоді з виховними завданнями школи.

Хоча проєкт «60 секунд про українське мистецтво» перебуває на стадії розвитку, він підтвердив, що шкільна медіастудія може стати ефективним інструментом популяризації

національної культури серед молоді. Поєднання медіаосвітніх технологій, національно-патріотичного змісту та можливостей соціальних мереж забезпечує подвійний результат: підвищує рівень інформаційної грамотності школярів і водночас формує ціннісне ставлення до українського мистецтва.

Особливу роль у цьому процесі відіграє робота з обдарованими дітьми, адже саме вони здатні виступати генераторами нових ідей, ініціаторами творчих форматів і прикладом для однолітків. Таким чином, мистецько-медійна діяльність шкільної медіастудії стає не лише засобом культурної освіти, а й платформою розвитку талановитої молоді, яка у майбутньому здатна зробити вагомий внесок у збереження й популяризацію національної культурної спадщини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Громова Н. Формування медіа компетентності майбутнього вчителя-словесника в курсі «Методика навчання української мови». Педагогічні на-уки : теорія, історія, інноваційні технології. 2020. № 8(102). С. 119–130.
2. 60 секунд про українське мистецтво. URL: https://www.tiktok.com/@user9177925530453?_t=ZM-8zm1gLytKrO. Дата звернення: 10.09.2025 р.

СТРІМІНГ ЯК НОВА ФОРМА МАСОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ

ПИСАРЕНКО А. Р. (artur.pysarenko@student.karazin.ua)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (Україна)

У статті здійснено міждисциплінарний аналіз феномену стрімінгу як сучасної форми масової комунікації, що виникла на перетині соціальних комунікацій та інформаційно-технологічних інновацій. Визначено, що стрімінг є не лише технічною практикою передачі даних у реальному часі, але й соціокультурною подією, яка радикально змінює структуру комунікативних процесів. Розглянуто динаміку переходу від моделі «один-до-багатьох» до інтерактивної моделі «багато-до-багатьох» та роль користувача як співтворця контенту. Показано, що стрімінг детермінує появу нових форм публічності, сприяє конвергенції медіаплатформ і формуванню гібридних комунікаційних просторів.

Сучасна комунікаційна екосистема функціонує в умовах постіндустріального інформаційного суспільства, де швидкість поширення контенту й інтерактивність стають ключовими параметрами ефективності. Стрімінг як технологія забезпечує синхронну комунікацію, яка поєднує можливості відеотрансляції, чату й інтегрованих соціальних реакцій. Це створює середовище «присутності на відстані» (telepresence), де аудиторія відчуває себе безпосереднім учасником події, а не пасивним споживачем [1].

Важливою особливістю є демократизація виробництва медіаконтенту. Якщо у XX столітті контроль над масовою комунікацією належав централізованим медіаінституціям, то сьогодні будь-який користувач може стати мовником, використовуючи мінімальні технічні ресурси. Це призводить до дисинтермедіації, тобто усунення традиційних посередників між автором і глядачем [2].

Стрімінг також детермінує економіку уваги, де головним ресурсом є не виробництво інформації, а здатність привернути й утримати аудиторію. Платформи впроваджують алгоритмічні системи рекомендацій, які персоналізують стрічку трансляцій, збільшуючи час взаємодії користувача з контентом, але водночас створюють ризики формування інформаційних бульбашок та «ефекту резонансу» [3].

Соціокультурний вимір стрімінгу пов'язаний із формуванням цифрових спільнот, де ідентичність вибудовується навколо певних стрімерів, жанрів або тем. Комунікація в чаті, донати з персоналізованими повідомленнями, «рейди» та колаборації між авторами створюють нову форму колективної участі, яку можна інтерпретувати як мережеву партисипативну культуру [4].

Крім того, стрімінг сприяє розвитку нових жанрів комунікації: IRL-трансляції, освітні лекції з елементами гейміфікації, інтерактивні ток-шоу, «watch party». Вони поєднують відеоконтент із миттєвим зворотним зв'язком, що стимулює виникнення спільного «медіадосвіду» у реальному часі.

Серед викликів, які супроводжують стрімінгову комунікацію, варто виокремити проблему контент-модерації, захисту авторських прав, боротьбу з дезінформацією та кібербулінгом. Алгоритмічна модерація дає змогу оперативно виявляти порушення, проте вона схильна до помилок, що викликає дискусії про баланс між свободою вираження і відповідальністю платформи [5].

Перспективи розвитку стрімінгу пов'язані з інтеграцією штучного інтелекту (генерація субтитрів, автоматичний переклад, аналіз поведінки глядачів), а також з використанням VR/AR-технологій, що створюють ефект повного занурення. Очікується, що стрімінг перетвориться на ядро метавсесвіту, де навчання, робота й розваги відбуватимуться у єдиному інтерактивному середовищі [6].

Отже, стрімінг є не просто технологією мовлення, а багатовимірним соціотехнічним феноменом, що трансформує медіасередовище, змінює баланс сил між виробниками й споживачами інформації та формує нові моделі публічності. Його подальше дослідження потребує синергії соціологічних, культурологічних та IT-підходів, що дозволить осмислити наслідки стрімінгової революції для суспільства майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. Burgess, A. Green, YouTube: Online Video and Participatory Culture. Cambridge: Polity, 2018.
- [2] H. Jenkins, Convergence Culture: Where Old and New Media Collide. New York: NYU Press, 2006.
- [3] Z. Tufekci, "Algorithmic Harms Beyond Facebook and Google: Emergent Challenges of Computational Agency," Colorado Technology Law Journal, vol. 13, pp. 203–218, 2015.
- [4] M. Sjöblom, J. Hamari, "Why Do People Watch Others Play Video Games? An Empirical Study on the Motivations of Twitch Users," Computers in Human Behavior, vol. 75, pp. 985–996, 2017.
- [5] E. Bishop, "Algorithmic Content Moderation: Technical and Ethical Challenges," Journal of Media Ethics, vol. 36, no. 2, pp. 72–84, 2021.
- [6] D. Xu, "Immersive Live Streaming: The Future of Media," International Journal of Human-Computer Interaction, vol. 38, no. 11, pp. 1005–1020, 2022.

УДК 796:004.9

КІБЕРСПОРТ І ТРАДИЦІЙНИЙ СПОРТ: ТОЧКИ ПЕРЕТИНУ ТА ВІДМІННОСТІ

ПРИЖИЛЄВСЬКА Т.Є., ГАВРИЛЮК Ю.О. (Juliaboyar0@gmail.com)

ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технологічного університету»

XXI століття змушує йти вперед та прогресувати у всіх напрямках, відходячи від традиційних канонів. Технічне вдосконалення комп'ютерних технологій надає нові перспективи у всіх сферах діяльності. Така участь не оминула й спортивну сферу, зародивши новий вид змагань – кіберспорт.

Кіберспорт – це професійне змагання у відеоіграх, де за допомогою критичного мислення та стратегії, один учасник або ціла команда змагається за грошовий приз.

Відеогра – це інтерактивний продукт, у якому гравець взаємодіє з віртуальним середовищем, аби отримати зворотну інформацію з відеопристрою, діючи за сценарієм та виконуючи відповідні завдання.

Відеоігри давно заповнили наше сьогодення. Займаючи широкий простір своєю аудиторією, важко назвати це хобі для підлітків. У порівнянні зі загальноприйнятим спортом, який зосереджує в собі тисячолітню історію, кіберспорт тільки здобуває свою популярність. Це не

просто інтерактива у вигляді гри, а цілі чемпіонати, де учасники тренуються на рівні з спортсменами традиційного спорту.

Кіберспорт часто не сприймають як серйозне заняття, через надмірне використання комп'ютера, майже відсутню соціалізацію та пасивний спосіб життя.

Втім, така думка не є правильною, адже ця діяльність, як і будь-який інший вид спорту потребує велику дисципліну та постійні тренування, а гра у команді розвиває вміння співпрацювати. Для когось кіберспорт може стати новим диханням у зв'язку з обмеженнями за станом здоров'я. Дасть можливість відчути конкурентність та жагу до перемоги.

Однією з найбільших відмінностей цих ніш є необхідні їм навички. У класичному спорті основну увагу приділяють фізичному станові та професійній компетентності, тоді як у кіберспорті на стратегічне планування, миттєву реакцію та точності рухів. Турніри зі звичайного спорту проходять на відведених для цього місцях: стадіонах, майданчиках або полях, у свою чергу змагання з кіберспорту проходять у віртуальному середовищі за використанням необхідного обладнання. При цьому обидва види діяльності потребують регулярних тренувань та велику дисципліну. Висока концентрація та аналітичне мислення важливі для спортсмена будь-якого виду діяльності, а вміння працювати в команді та правильне розподілення ролей є запорукою виграшу.

В наш час рамки між кіберспортом та звичайним спортом відходять на задній план, продовжуючи при цьому вдосконалюватись та набирати оберти окремими видами. Активізуючи свою мільйонну фантську базу зі всіх куточків світу. Злагоджена робота між двома галузями дасть нові перспективи. Спортивні клуби, сьогодні, створюють кіберспортивні команди та спортсмени взаємодіють з кіберспотривними брендами, створюючи широкий попит та привертаючи увагу нових фанатів.

До недавня, кіберспорт був чимось невідомим, тоді як на сьогоднішній день, це відома галузь з мільйонами прихильників. Звичайний спорт завжди був та буде актуальним, розвиваючись та виходячи на новий рівень. Тільки у поєднанні вони зможуть сформувати нову еру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. О. Yakovenko, Yu. O. Yukhno, N. H. Byshevets, V. L. Zavalnyuk, A. K. Kulykov, "Особливості тренувальної та змагальної діяльності в кіберспорті," [Journal Name], 2024. DOI:10.31392/UDU-pc.series15.2024.5(178).45
2. A. Białecki, B. Michalak, J. Gajewski et al., "Esports Training, Periodization, and Software — A Scoping Review," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 21, 2024.

ФОРМУВАННЯ МЕДІАГРАМОТНОСТІ УЧНІВ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА УРОКАХ ІСТОРІЇ ТА ГРОМАДЯНСЬКОЇ ОСВІТИ

ПРИЛУЦЬКА Т. Д. (tetanaprilutskaya@ukr.net),

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

Анотація. У даних тезах розглянуто методи формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах на уроках історії та громадянської освіти за допомогою сучасних цифрових інструментів. Обґрунтовано необхідність розвитку медіаграмотності в умовах сьогодення, наведено приклади з історії та громадянської освіти тем, які мають найвищий потенціал для цього. Здійснено оцінку запропонованих методів і способів формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах під час викладання історії та громадянської освіти.

Ключові слова: медіаграмотність; соціальні мережі; методика викладання; історія; громадянська освіта; сучасність; суспільство.

Медіаграмотність є надважливою навичкою в умовах сьогодення, адже ми отримуємо велику кількість різної інформації, яку потрібно розрізняти й аналізувати. На превеликий жаль, у

сучасних ЗМІ та особливо соціальних мережах з'являється велика кількість неправдивої інформації та фейків. Для того, щоб правильно розуміти події, що відбуваються, та адекватно реагувати на них, потрібно аналізувати та перевіряти інформацію, що надходить із Інтернету. Крім того, зараз із кожним днем зростає необхідність у самовираженні та спілкуванні користувачів у соціальних мережах. А для якісної комунікації та публікації інформації потрібно мати певний рівень культури, відповідальності та знань з галузі інформаційних технологій.

За визначенням ЮНЕСКО у Паризькій програмі-рекомендаціях з медіаосвіти від 22 червня 2007 р. медіаграмотність є обов'язком і правом споживача інформаційного продукту як частини прав на самовираження та інформацію й належить до основних прав і свобод людини. Тому розвиток її на уроках історії та громадянської освіти є дуже доречним, адже на прикладах з історії, співставленні інформації з писемних джерел й артефактів та аналізі положень з курсу громадянської освіти з'являються широкі можливості для розвитку вміння аналізувати та оцінювати інформацію.

Проблематикою даної роботи є використання методів формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах за допомогою сучасних цифрових інструментів на уроках історії та громадянської освіти.

Завданнями даного дослідження є:

- визначення місця для формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах під час уроків історії та громадянської освіти;
- виокремлення методів формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах за допомогою сучасних цифрових інструментів на уроках історії та громадянської освіти;
- наведення прикладів тем, які найбільш оптимально підходять для формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах;
- оцінка запропонованих методів і способів формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах під час викладання історії та громадянської освіти.

Медіаграмотність визначається у посібнику для педагогів «Медіаграмотність», який написаний сучасними американськими медіаекспертами Сінді Шейбе і Фейз Рогоу так:

«Медіаграмотність (медійна грамотність) – це рівень медіакультури, досягнений медіаосвітою, уміння користуватися інформаційно-комунікативними техніками, виражати себе і спілкуватися за допомогою медіазасобів, свідомо сприймати і критично тлумачити інформацію, відділяти реальність від її віртуальної симуляції – розуміти реальність, сконструйовану медіаджерелами». Цифрова грамотність виникла з дисциплін комп'ютерних наук та бібліо-текознавства. Цей термін іноді пов'язують із вивченням основних методів використання цифрових пристроїв, а саме комп'ютерів, планшетів, смартфонів та Інтернет. [1, с. 39].

Сьогодні в Україні медіаосвіта є важливою складовою процесу модернізації системи освіти. Сучасні реалії в Україні вимагають від людини володіти навичками критичного мислення, майстерності перевірки, верифікації інформації, контенту тощо [2]. Формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах під час уроків історії та громадянської освіти повинно займати 20% усього навчального часу. Найоптимальнішими методами є інтерактивні технології, які передбачають взаємодію учнів, метод проєктів, метод проблемного викладання та застосування цифрових інструментів. Із цифрових інструментів важливо виокремити Kahoot!, Padlet, Kanban та інші. На прикладі казок та притч споживачі інформації починають відрефлексовувати моменти, коли медіа маніпулює та впливає на них. І це є одним з інноваційних методів розвитку медіаграмотності у підлітків. Цей підхід поєднує емоційно-образне мислення з аналітичним, дозволяючи учасникам усвідомити інформаційні явища через глибші смисли. [3, с. 453]. Не всі теми з історії та громадянської освіти мають однакові можливості для розвитку медіаграмотності учнів. Найбільшою мірою підходять ті розділи і теми, де є неоднозначність, місце для дискусій, наявна велика кількість джерел та існують інформаційні виклики сучасності. На схемі 1 показано етапи розвитку навичок медіаграмотності учнів у соціальних мережах, де простежується, як саме вони вдосконалюються під час навчального процесу.



Схема 1. Розвиток навичок медіаграмотності учнів у соціальних мережах

З курсу історії можна виокремити тему роботи з історичними джерелами. Також великий простір для розвитку медіаграмотності учнів у соціальних мережах надає тема «Київська Русь і Галицько-Волинська держава», де можна досліджувати міфи та стереотипи у сучасних соцмережах про походження державності. Період козацької доби та Українська революція 1917–1921 рр. теж широко висвітлені у соціальних мережах, рекламі та мемах, що надає велике поле розвитку та вдосконалення навичок медіаграмотності. Вивчення Другої світової війни надає великий простір для перевірки фактів, пошуку та спростування фейків та протидії пропаганді. З найбільш близьких до сьогодення подій можна виокремити такі, як розпад СРСР і проголошення незалежності України, Революція Гідності та сучасна війна росії проти України — тут наявний безмежний простір для аналізу фейків, розпізнавання дезінформації й пропаганди та розвитку вміння критично оцінювати повідомлення у соціальних мережах.

У курсі громадянської освіти пропонується впроваджувати формування медіаграмотності учнів у соціальних мережах під час вивчення такої теми, як права людини і громадянина (важливо звертати увагу учнів на те, як у медіа порушуються або висвітлюються права). Також необхідно пояснювати школярам роль ЗМІ у вільному суспільстві, вплив соціальних мереж на громадянську активність (петиції, флешмоби, волонтерські ініціативи тощо). Але надважливо навчити учнів розпізнавати фейки, шахрайство, дезінформацію та розвивати в них навички критичного мислення та аналізу інформації.

Найвищі результати у формуванні медіаграмотності учнів у соціальних мережах під час уроків історії та громадянської освіти виявляють інтерактивні методи та використання цифрових інструментів, адже вони надають високий рівень залученості школярів до навчального процесу та максимально розкривають його зміст.

Таким чином, медіаграмотність учнів у соціальних мережах є надважливою в умовах сьогодення, а уроки історії та громадянської освіти мають великий потенціал для цього. Найоптимальнішими методами для її формування є інтерактивні методи та використання цифрових інструментів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Н. V. Tverdokhlib, “Mediagramotnist ta tsyfrove hromadianstvo,” Holovnyi redaktor, no. 38, 2024. [in Ukrainian]
- [2] O. Tsohla, Mediahramotnist osvitan - potreba suchasnoho suspilstva [Media literacy of educators - the need of modern society]. [Online]. Available: <https://medialiteracy.org.ua/mediagramotnist-osvityan-potreba-suchasnogo-suspilstva/>. [in Ukrainian]
- [3] T. V. Tveritinova, Vplyv mediagramotnosti na krytychne myslennia pidlitkiv, Recommended by the Academic Council of Bila Tserkva Institute of Continuing Professional Education, State Institution of Higher Education “University of Educational Management,” Nat. Acad. of Pedagogical Sciences of Ukraine, prot. no. 6, Jun. 25, 2025, p. 449. [in Ukrainian]

FRIENDSLOP-ІГРИ ЯК МЕДІА-ФЕНОМЕН

СМІРНОВ С.В. (intro0245@gmail.com)

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Проаналізовано феномен «friendslop»-ігор — незалежних інді-ігор із кооперативним геймплеем, які з нішевих проєктів перетворюються на популярні продукти завдяки поширенню в медіапросторі. Розглянуто приклади Lethal Company, R.E.P.O., PEAK, Content Warning, визначено механізми поширення контенту та окреслено роль віральності у формуванні популярності таких ігор. Проаналізовано вплив стримерів та ігрових спільнот на створення трендів та зростання зацікавленості користувачів.

У 2023–2025 роках індустрія відеоігор зіткнулася з явищем, що невеликі кооперативні інді-проєкти, набули великої популярності. Спільнота гравців придумала термін «friendslop», який використовується для позначення простих кооперативних ігор. Цей феномен виділяється ігровими медіа як окремий сегмент індустрії. Наприклад, видання PlayUA відносить до friendslop-ігор проєкти на кшталт R.E.P.O. та Lethal Company, визначаючи їх як «невеликі розважальні продукти для компанії друзів». Поширення такого контенту значною мірою забезпечують стрімінгові платформи, соціальні мережі та мем-культура. Дані процеси стали помітні в 2020 році завдяки грі Among Us, яка набула популярності під час пандемії, яка запустила модель вірусного маркетингу кооперативних проєктів. Ця модель була створена сучасною хвилею friendslop-ігор, яка продемонструвала можливості медіапростору для формування попиту.

У жовтні 2023 року кооперативна хорор-гра Lethal Company, створена Zeekerss, була однією з перших подібних ігор Friendslop. Проєкт не мав значної рекламної кампанії, але він досяг значного комерційного успіху. За три місяці було продано 10 млн копій (за даними GameDeveloper), а приблизно 240 тис людей одночасно грали на Steam. Lethal Company принесла розробнику понад \$100 млн валового доходу протягом перших двох місяців після релізу, увійшовши до п'ятірки найкасовіших продуктів сервісу, за оцінками Push to Talk GameDeveloper. Контент-мейкери активно висвітлювали гру, що призвело до широкого розголосу в мережі та пришвидшило зростання аудиторії. Розробник заявив, що дії спільноти були критично важливими для досягнення результату. Це підтверджується ще більше статистичними даними Twitch: більше 4,6 млн годин переглядів гри та рекордна одночасна аудиторія близько 44 тис. осіб підтверджують це. Таким чином, Lethal Company стала початком сучасної тенденції кооперативних інді-ігор.

У 2024–2025 роках з'явилися нові проєкти жанру, які розвинули успіх попередників. Landfall Games 1 квітня 2024 року без попереднього анонсу випустила кооперативну хорор-гру Content Warning, застосувавши нестандартну стратегію розповсюдження для досягнення максимального ефекту віральності. Протягом першої доби після релізу гра була доступною безоплатно, що дало змогу всім охочим отримати копію. Результати перевищили очікування: за 24 години проєкт завантажили понад 6 млн користувачів. Починаючи з 2 квітня, Content Warning перейшла на платну модель продажів за ціною \$8. Незважаючи на побоювання розробників щодо можливого зниження інтересу, попит залишався високим. У перший день продажів було продано понад 100 тис. копій, у другий день — ще 125 тис. копій, а протягом тижня було продано понад 700 тис. копій. Гра перевершила навіть AAA-релізи, такі як Call of Duty чи Apex Legends, у топі продажів Steam. Високі показники пояснюються активним медійним розголосом: уже в перші години після виходу платформи TikTok, YouTube, Twitter/X та Twitch наповнилися кліпами і стрімами з демонстрацією емоційних та комічних моментів геймплею. За словами керівника студії Landfall Вільгельма Нілуда, користувачі «прокинулися й раптово побачили навколо себе численні кадри з нової гри», що створило ефект значущої події й привернуло додаткову увагу до проєкту.

На початку 2025 року тенденцію популярності кооперативних хорор-ігор у форматі friendslop продовжив шведський проєкт R.E.P.O. (студія semiwork). Аналітичні сервіси стверджують, що гра продала приблизно 3,1 млн копій, коли вона вийшла 26 лютого 2025 року. R.E.P.O. зайняв перше місце в чарті Steam за обсягом продажів двічі поспіль, а його рекордна одночасна кількість гравців досягла 271 571, що встановило новий рекорд для кооперативних хорор-ігор на цій платформі.

Завдяки доступній ціні гра охопила широку аудиторію, а проєкт значною мірою поширився через соціальні мережі та стрімінгові платформи. Користувачі публікували відеокліпи, враження та меми, що призвело до вірусного поширення інформації, а популярні стримери активно демонстрували свої ігри. Розробники стверджують, що R.E.P.O значно зміцнив позиції студії та перевершив очікування, закріпивши friendslop-ігри як перспективний напрямок розвитку для команди.

Показово, що явище friendslop-ігор не обмежується лише хорор-тематикою. Гра PEAK від студії Aggro Crab з підтримкою Landfall, являється симулятором альпінізму, що продемонстрував, що реальний успіх можливий і для проєктів, не пов'язаних із хорор жанром. Протягом першої доби після публікації було продано 100 тис. копій, а за дев'ять днів — понад 2 мільйони примірників. Дані зі SteamDB показують, що навіть на дев'ятий день після виходу гри кількість одночасних гравців у Steam продовжувала зростати.

Скориставшись зростаючою популярністю жанру friendslop, розробники привернули увагу аудиторії, яка шукала нові варіанти розваг. Унікальний для жанру ігровий цикл передбачає пересування команди через перешкоди, що створює динамічні та емоційно насичені ситуації. PEAK отримав популярність завдяки своєму простому, захоплюючому та кооперативному геймплею, незважаючи на те, що гра була випущена з обмеженими технічними можливостями. Цей приклад показує, що friendslop-модель може працювати навіть без хорору, якщо проєкт дозволяє гравцям мати емоційно насичену групову взаємодію.

Аналіз прикладів friendslop-ігор дозволяє виокремити основні механізми їхнього вірального поширення.

- Стрімінгові платформи об'єднують аудиторію, представляючи тисячам глядачів нові проєкти. Завдяки емоційним і комічним моментам геймплею, які створюють привабливий контент, жанр friendslop особливо підходить для стрімінгу.

- Кліпи, меми та огляди посилюють ефект FOMO (страху упущеної вигоди), спонукаючи користувачів приєднатися до тренду, завдяки соціальним мережам і відеохостингам.

- Кооперативний формат мотивує гравців купувати такі ігри разом із друзями, а простий геймплей і доступна ціна знижують бар'єри для входження.

- Мем-культура додатково підживлює інтерес через поширення жартів і образів із гри, стимулюючи нових користувачів випробувати проєкт особисто.

Методи популяризації інді-ігор значно змінилися завдяки медіапростору. Friendslop-ігри виходять за межі звичайного ринку і конкурують із проєктами AAA, використовуючи соціальні мережі, стрімінгові платформи та мем-культуру. Оскільки вони створюють тренд і забезпечують вплив мережевого поширення, стримери та контент-мейкери відіграють важливу роль у цьому процесі. Кооперативний формат підвищує соціальну складову ігрового досвіду, залучаючи нових користувачів. Отже, кількість реальних інді-хітів, створених невеликими командами, зростає, тоді як студії все частіше надають перевагу компактним колективним проєктам, які можуть швидко здобувати популярність у цифровому світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Know Your Meme. Friendslop. [Електронний ресурс]. URL: <https://knowyourmeme.com/editorials/guides/whats-the-term-for-games-like-lethal-company-and-repo-people-calling-co-op-games-friendslop-explained>
2. J. Carter. Lethal Company sold an estimated 10 million copies. GameDeveloper.com, Jan. 19, 2024. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.gamedeveloper.com/business/lethal-company-sold-an-estimated-10-million-copies>
3. M. Park. Steam smash hit Content Warning has sold over 700,000 copies after giving away 6 million free copies. PC Gamer, Apr. 11, 2024. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.pcgamer.com/games/horror/steam-smash-hit-content-warning-sales>
4. SteamDB. Peak – Steam Charts. Jun. 26, 2025. [Електронний ресурс]. URL: <https://steamdb.info/app/2229850>
5. App2Top. Sales of the indie horror game R.E.P.O may have exceeded 3 million copies. Mar. 17, 2025. [Електронний ресурс]. URL: <https://app2top.com/news/repo-game-sales>

6. Я. Барлет. Кооперативний симулятор альпіністів Peak придбало 2 млн гравців за 9 днів. PlayUA, Jun. 26, 2025. [Електронний ресурс]. URL: <https://playua.net/peak-sales-record>

7. SullyGnome. Lethal Company – Twitch statistics & charts. [Електронний ресурс]. URL: <https://sullygnome.com/game/LethalCompany>

УДК 004.9:004.738.5

КІБЕРСПОРТ ТА СТІМІНГ ЯК НОВІ ІНСТРУМЕНТИ КОМУНІКАЦІЇ В МЕДІАПРОСТОРИ

СНІГУР Т.С., ЄНГАЛИЧЕВА А.С.

(snigurochka.t@gmail.com, anutave18@gmail.com)

Одеський національний технологічний університет

У тезах розглядається кіберспорт та стрімінг як важливі складові сучасного медіапростору. Визначено їхню роль у трансформації комунікаційних практик, створенні соціальних спільнот, а також в інтеграції ігрових технологій у культуру та суспільство. Особливу увагу приділено феномену гейміфікації у соціальних мережах.

Інтенсивний розвиток комп'ютерних ігор та мультимедійних технологій у ХХІ столітті спричинив появу нових форм комунікації. Якщо традиційні засоби масової інформації ґрунтувалися переважно на односторонньому поширенні контенту, то сучасний медіапростір базується на інтерактивній взаємодії користувачів. Найбільш помітними явищами цього процесу є кіберспорт, стрімінгові сервіси та гейміфікація соціальних мереж. Вони формують нову культуру комунікації, де гра стає не лише способом дозвілля, а й інструментом соціалізації, професійної діяльності та освіти.

Сучасний медіапростір активно інтегрує елементи гейміфікації, перетворюючи взаємодію з контентом на динамічний та залучаючий процес. Новинні портали, соціальні мережі та навіть освітні платформи впроваджують системи балів, бейджів, рейтингів і віртуальних нагород, стимулюючи активність користувачів. Це дозволяє медіа не лише утримувати увагу аудиторії, а й формувати нові практики споживання інформації, де користувач стає активним учасником комунікації, а не пасивним спостерігачем. У результаті гейміфікація виступає як інструмент підвищення залученості та конкурентної переваги в умовах інформаційного перенасичення.

Кіберспорт еволюціонував від локальних змагань до глобальної індустрії з мільйонними прибутками та аудиторією. Турніри з популярних ігор (Dota 2, CS:GO, League of Legends) збирають десятки мільйонів глядачів, конкуруючи з традиційними видами спорту [2].

Ключовим є формування нової системи комунікацій, де учасниками є гравці, тренери, коментатори, організатори й глядачі. Вони створюють єдиний простір інформаційного обміну, що поєднує професійні та аматорські спільноти.

Twitch, YouTube Gaming та інші сервіси стали інструментами для трансляції ігрового процесу та комунікації з аудиторією в режимі реального часу. Дані за 2024 рік показують, що на Twitch в середньому активно транслюють понад **7,34 мільйона каналів щомісяця**, а глядачі переглядають контент в обсязі **20.9 мільярдів годин на рік** [1]. На відміну від класичних медіа, стрімінг забезпечує інтерактивність: глядачі можуть ставити запитання, впливати на контент, брати участь у формуванні подій. Це сприяє розвитку культури «живого спілкування» та створює відчуття спільної участі.

Ігрові механіки інтегруються у функціонал соціальних платформ: бали, рейтинги, бейджі, досягнення. Завдяки цьому зростає активність користувачів і формується мотивація до комунікації. Гейміфікація дозволяє розширювати межі взаємодії – від розважальної до освітньої та професійної.

Разом із перевагами існують проблеми: залежність від ігор, ризики кібербулінгу, потреба у регулюванні контенту та кібербезпеці. Проте розвиток кіберспорту і стрімінгу створює значний потенціал для культурної дипломатії, креативних індустрій і нових форматів комунікації.

Кіберспорт та стрімінг трансформують сучасний медіапростір, виступаючи не лише розвагою, а й платформою для глобальної комунікації.

Соціальні мережі завдяки гейміфікації перетворюються на інтерактивні майданчики для формування нових соціальних практик. Перспективним напрямом подальших досліджень є вивчення соціокультурного впливу ігор на молодіжну аудиторію та пошук балансів між розвитком індустрії та мінімізацією ризиків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. TwitchTracker, "Twitch Statistics 2024," 2024. [Online]. Available: <https://twitchtracker.com/statistics>.
2. T. L. Taylor, Raising the Stakes: E-Sports and the Professionalization of Computer Gaming. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.
3. J. Burgess, J. Green, YouTube: Online Video and Participatory Culture. Cambridge: Polity Press, 2018.
4. A. Hamari, J. Koivisto, "Why do people use gamification services?", International Journal of Information Management, vol. 35, no. 4, pp. 419–431, 2015.

УДК 004.4:004.9

ВЕБСИСТЕМА ДЛЯ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ СТАТИСТИКИ ФУТБОЛЬНИХ МАТЧІВ

ТУТОВ Д. О., ШТЕФАН Н. З., (shtefan.n.z@op.edu.ua),
Національний університет «Одеська політехніка»

Робота присвячена розробці вебсистеми збору та аналізу статистики футбольних матчів. У вступі обґрунтовано актуальність створення такого сервісу, адже існуючі рішення часто перевантажені рекламою, не забезпечують зручної аналітики та мають затримки в оновленні даних. Проведено аналіз ринку аналогів, визначено ключові вимоги та спроєктовано архітектуру системи з використанням сучасного технологічного стеку (Node.js, React, MongoDB). Реалізована система дозволяє збирати інформацію з зовнішніх API, зберігати її в базі даних і відображати у вигляді інтерактивних графіків і таблиць. Особливістю є підтримка live-аналітики та модуль порівняння команд і гравців. Практичне значення роботи полягає у створенні інструменту, що може використовуватися уболівальниками, журналістами й тренерськими штабами для глибшого аналізу та прогнозування результатів матчів.

Футбол є наймасовішим видом спорту у світі, і щодня мільйони уболівальників та аналітиків цікавляться результатами матчів, індивідуальною статистикою гравців і динамікою турнірів. Якісна статистика стає важливою не лише для фанатів, але й для журналістів, тренерів, букмекерських компаній та організаторів змагань, адже вона дозволяє об'єктивно оцінювати рівень команд, робити прогнози та формувати стратегії.

Попри наявність багатьох популярних сервісів, більшість із них мають суттєві обмеження: перевантаженість рекламою, складна навігація, затримки в оновленні інформації чи недостатній набір аналітичних інструментів. Для користувачів це означає втрату зручності, а для професійних аналітиків – обмеження у використанні даних для глибоких досліджень.

З огляду на ці проблеми актуальним є створення вебсистеми нового покоління, яка забезпечить оперативний збір і відображення статистики футбольних матчів у режимі реального часу, а також надасть розширені можливості для візуалізації та аналізу. Така система має інтегрувати сучасні технології збору даних, ефективні засоби їх зберігання й обробки, а також

інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, орієнтований на різні категорії користувачів – від пересічних уболівальників до професіоналів спортивної індустрії.

Перелік вирішених питань:

1. Аналіз ринку аналогів. Проведено дослідження популярних сервісів футбольної статистики (UEFA.com / FIFA.com, ESPN FC, WhoScored), що дозволило визначити ключові сильні сторони (оперативність, повнота даних) та виявити слабкі місця (складна навігація, відсутність розширеного аналізу).

2. Формування вимог до системи. Визначено набір функціональних можливостей:

- миттєве оновлення рахунків і ключових подій;
- формування турнірних таблиць і календаря матчів;
- детальна статистика команд і гравців (голи, удари, асисті, фоли, відсоток володіння м'ячем);
- перегляд історичних даних із можливістю порівняння.

3. Вибір технологій реалізації. Node.js + Express для серверної частини, React для фронтенду та MongoDB як основну базу даних. Такий вибір зумовлений необхідністю забезпечення високої продуктивності, масштабованості та гнучкості в роботі з великими масивами статистики.

4. Розробка архітектури системи. Побудовано клієнт-серверну модель з RESTful API, що дозволяє інтегруватися з постачальниками спортивних даних і забезпечує доступ до них у режимі реального часу.

Практичне значення розробки полягає у використанні вебсистеми:

- уболівальниками для перегляду live-статистики;
- спортивними журналістами для швидкої аналітики;
- тренерами та скаутами для порівняння команд/гравців;
- беттінг-компаніями для створення прогнозів.

У межах проєкту створено вебсистему, яка збирає статистику футбольних матчів через зовнішні API, зберігає її у базі даних та відображає на інтерактивному вебінтерфейсі. Реалізовано динамічні графіки й діаграми для аналізу результативності команд і окремих гравців, а також модуль для порівняння двох команд за низкою показників. Особливістю системи є **live-аналітика**: користувач може відстежувати кількість ударів, кутових чи порушень правил безпосередньо під час матчу. Це робить вебсистему корисною для широкого кола користувачів – від пересічних уболівальників до спортивних журналістів і тренерських штабів.

Розроблена вебсистема довела свою ефективність у зборі та візуалізації статистики футбольних матчів. Вона поєднує оперативність оновлення, зручний інтерфейс та можливість проведення розширеного аналізу. Завдяки використанню сучасного технологічного стеку (Node.js, React, MongoDB) система має високий потенціал до масштабування та подальшого розвитку. У перспективі можливим напрямком є впровадження алгоритмів машинного навчання для прогнозування результатів матчів та інтеграція модулів для кіберспортивних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фаулер, М. Архітектурні шаблони корпоративних додатків. – Львів: Видавництво «Апріорі», 2020. – 560 с.
2. Шилдт, Г. Node.js: Повний посібник. – Київ: Вид-во «Діалектика», 2021. – 480 с.
3. React – The Complete Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://react.dev/> (дата звернення: 17.09.2025).
4. Sommerville, I. Software Engineering. – 10th ed. – Boston: Pearson, 2015. – 832 p.
5. Pressman, R., Maxim, B. Software Engineering: A Practitioner's Approach. – 9th ed. – New York: McGraw-Hill, 2019. – 944 p.

КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК РЕСУРС ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ТА СОЦІАЛІЗАЦІЇ ПІДЛІТКІВ

Г.В. ХОМЕНКО (homenkoanna36@gmail.com),

О. Є. КОСТЮЧЕНКО (lastwix8@gmail.com)

ВСП Конотопський індустріально-педагогічний фаховий коледж СумДУ

Зростання ролі комп'ютерних ігор у житті сучасних підлітків. Ігри не лише розвага, але й простір для комунікації та психологічної підтримки. Показати потенціал комп'ютерних ігор як ресурсу соціалізації та психологічного добробуту

Розвиток інформаційних технологій має свій вплив на всі без винятку сфери життя людини. Особливе місце тут посідають комп'ютерні ігри, що є надзвичайно популярними серед дітей та молоді. Психологи не дійшли згоди при відповіді на питання: який вплив мають комп'ютерні ігри – негативний чи, все ж, позитивний. Але те, що вони є відчутним явищем у житті підростаючого покоління, не заперечує ніхто.

У 21 столітті є неабияка проблема: діти сидять у комп'ютерних іграх та гаджетах, при цьому більшість з них мають проблеми з розвитком та повільно соціалізації. «У психології соціалізація розглядається як здатність індивіда включатися в цілеспрямовану діяльність суб'єктів різних соціальних інституцій завдяки інтеріоризації системи соціальних настанов» [2, с. 6]. Тобто, соціалізована людина розуміє та приймає цінності та принципи суспільства, розвивається та досягає успіху не за рахунок інших.

У дітей підліткового віку є підлітковий період, в цей час їм необхідно більше уваги з психологічного аспекту, а також їм треба психологічна підтримка, зокрема кваліфікована допомоги для поліпшення їх емоційного стану.

У суспільстві превалує думка, про безкорисність та навіть шкідливість комп'ютерних ігор для дітей. Але ми вважаємо, що вони можуть слугувати ресурсом психологічної підтримки, сприяючи розвитку когнітивних навичок (увага, пам'ять, вирішення проблем), навичок соціальної взаємодії (у багатокористувацьких іграх) та емоційному розвантаженню. Проте важливо контролювати час гри, обирати безпечний контент та зберігати баланс між віртуальним світом і реальним життям, щоб уникнути негативних наслідків, таких як залежність чи агресія.

Комп'ютерні ігри як ресурсу психологічної підтримки має ряд переваг:

- Розвиток когнітивних навичок:

Будь-яка гра, а цифрові не виключення, тренує увагу, пам'ять, логічне мислення, просторову уяву та здатність діяти у непередбачуваних обставинах.

- Соціалізація та комунікація:

Більшість ігор мають можливості комунікації під час гри. Це живе спілкування може бути між дітьми різного віку та мовного середовища. Що є додатковою перевагою у вивченні та практиці іноземних мов.

- Емоційне розвантаження:

«Гіпотетично процес гри можна, використовуючи певну дидактику, спрямувати на розвиток емоційної стійкості до невдач, наполегливості в реалізації власних цілей, та використати як спосіб розрядки агресивних імпульсів у прийнятній формі (досягнення ігрового результату)» [1, с.60].

- Розвиток самостійності:

Гравці вчаться приймати рішення, оцінювати ситуацію та пробувати себе в різних ролях, що сприяє розвитку самостійності.

- Спеціалізовані ігри-терапії:

Подолання стресу та тривожності теж може відбуватися в ігровій формі. Розробники пропонують чималий арсенал таких ігор.

Комп'ютерні ігри можуть бути інструментом для емоційного розвантаження, надаючи можливість відволіктися від реальних проблем та зануритися у віртуальні світи, що знімає напругу та стрес. Вони розвивають емоційну стійкість через прийняття поразок та сприяють творчому мисленню. Однак, надмірне захоплення іграми може призвести до агресії та проблем із

соціалізацією, тому важливо дотримуватися балансу та обирати ігри, що відповідають віку та інтересам, з урахуванням часу, проведеного за грою.

Цифрові ігри є теж засобом підвищення самооцінки та здобуття авторитету серед однолітків. Якщо використовувати їх усвідомлено, вони можуть стати інструментом розвитку впевненості в собі.

Ігри часто дають швидкий і зрозумілий результат: проходження рівня, перемога над суперником тощо. Це формує відчуття успіху, яке переноситься і в реальне життя. Постійні тренування дають свій результат у грі, а отже і у реальному житті теж можливий такий сценарій. Це дає віру у власні сили.

Серед беззаперечних переваг віртуального спорту є формування навички командної роботи. В онлайні-іграх можна знайти друзів, отримати повагу команди, відчуття, що твій внесок важливий. Це допомагає подолати самотність і підвищує самооцінку.

Кіберспортивна команда – це вже не розрізнені індивіди, зібрані разом випадковим способом, а мініорганізація, яка працює як єдиний механізм. Її успіх залежить не лише від талантів, а й від злагодженої взаємодії, правильної структури, психологічної підготовки та сталого тренувального процесу.

Так само безумовним мінусом надмірного захоплення комп'ютерними іграми є залежність. Віртуальність може бути дуже цікавою та привабливою, вона надає можливість втілити в життя різноманітні фантазії і бажання, а також забезпечує потік нових вражень, внаслідок чого й утворюється залежність. Це може стати перешкодою для професійних цілей, наприклад, зниження продуктивності та зосередженості, що може негативно позначитися на навчанні або роботі. Тому це доволі серйозна проблема сучасності, з якою слід боротися.

Реальне життя містить у собі більш складний соціальний контекст, такий як культура, етичні та моральні норми, соціальний статус та роль в суспільстві. Віртуальне життя також має соціальний контекст, проте він дуже обмежений. Навіть рутинне спілкування в реальному житті краще тому, що є можливість бачити співрозмовника, його емоції, жести та міміку. «Більш висока ігрова комп'ютерна активність проявляється у представників чоловічої статі, що зумовлено слабкою реалізацією в звичайних соціальних умовах потребою в вираженні маскулінних якостей і проявляється у виборі ігор агресивного змісту» [3, с.270].

Комп'ютерні ігри можуть бути як корисними та допомагати підліткам, так і буди для них ворогом, який зруйнує їхню психіку. Це теж ефективний ресурс для психологічної підтримки та соціалізації підлітків. Вони можуть допомагати соціальним працівникам та психологам емоційно підтримувати дітей та молодь, а також ефективно сприяти психологічній діагностиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гордієнко А. В. Комп'ютерні ігри та їхні позитивні психологічні ефекти / А. В. Гордієнко // Наукові записки НаУКМА. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота. - 2017. - Т. 199. - С. 58-62.
2. Коваленко В.Є. Соціалізація особистості в умовах сучасних викликів/ Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка, № 7 (338), 2020, с. 5-15.
3. Перепелиця А.В. Проблема компютерних ігор, як альтернатива реальності. Актуальні проблеми психології: Методологія і теорія психології. 24. Вип. 22, ч. 2. С. 265–279.

UDK 004.75:004.738.5:004.92/004.932

EVALUATING AND BENCHMARKING RESILIENT WEB3 ARCHITECTURES FOR MULTIMEDIA: STORAGE, DATA AVAILABILITY, AND SCALING

OLEKSANDR KHOSHABA(pzmag2022@gmail.com)
Vinnytsia National Technical University

Annotation. Multimedia dApps (video streaming, VR/AR, 3D assets) require gigantic data volumes and stable QoE at low latencies. The work explores the evaluation of combined Web3 architectures:

content-addressable storage (IPFS) with long-term storage economics (Filecoin, Arweave), separate data availability layers (Celestia, EigenDA) and L2 scaling based on zk-rollups. At the same time, it is necessary to take into account the changes after the Ethereum Dencun/EIP-4844 update (the emergence of blob transactions for cheap publication of rollup data). The paper proposes an end-to-end evaluation methodology (cost/GB, time to first frame, rebuffering rate, carbon footprint) and a set of benchmark scenarios: live streaming (Livepeer/Theta), video library, and AR asset delivery. The result is practical recommendations for assembling robust, cost-effective, and verifiable Web3 multimedia stacks.

Introduction. Multimedia decentralised applications (dApps) such as live and on-demand video streaming, VR/AR experiences, and interactive 3D content face a dual challenge: their workloads are data-heavy and latency-sensitive, yet their users increasingly expect verifiable and censorship-resilient delivery. Industry traffic studies consistently show that video remains the dominant category of global Internet traffic, underscoring the stakes of efficient delivery at scale.

In Web3, several building blocks have matured for trustworthy content storage and distribution. Content-addressed networks like the InterPlanetary File System (IPFS) provide integrity via cryptographic content identifiers (CIDs) and a Merkle-DAG object model, enabling location-independent retrieval and replication. For long-term archival and economic durability, decentralised storage networks such as Filecoin and Arweave introduce explicit incentive mechanisms and market designs to persist data over time. Together, these systems offer composable primitives for integrity, availability, and retention that differ markedly from traditional Web2 CDNs and cloud storage.

Parallel advances in scaling and data availability (DA) aim to make verifiable computation and data publication practical at multimedia throughputs. Rollups -- especially zk-rollups -- compress and prove execution off-chain while publishing the data needed to reconstruct state on a base layer or a dedicated DA layer. Recent work on DA sampling and modular DA systems (e.g., Celestia, building on the LazyLedger design) decouples execution from ordering and availability, allowing light clients to verify block data with sub-linear overhead probabilistically. Complementary services such as EigenDA leverage Ethereum restaking to offer high-throughput DA tailored to rollups.

Ethereum's Dencun upgrade (March 13, 2024) introduced EIP-4844 "proto-danksharding," adding blob-carrying transactions that reduce rollup data publication costs by separating blob fees from regular calldata gas. Crucially for system design, blob data are pruned after a fixed window (currently ~4096 epochs $\approx$ 18 days), which makes blobs attractive for short-lived DA but unsuitable for indefinite retention—motivating hybrid architectures that combine blobs for near-term availability with archival layers for permanence.

Against this evolving backdrop, multimedia-specific QoE (Quality of Experience) metrics provide the north star for architecture choices. Prior measurement studies and standards highlight the outsized impact of startup delay (time-to-first-frame, TTFF) and rebuffering on engagement and perceived quality, and formalise parametric QoE models that integrate stalling and initial loading delay. These findings motivate an end-to-end evaluation that treats storage, DA, and scaling not in isolation, but as interacting contributors to user-visible performance.

Environmental sustainability is an additional axis: energy and carbon intensities vary across network segments and transmission technologies, so benchmarking multimedia stacks benefits from reporting carbon per GB alongside cost and QoE. Empirical syntheses and energy-systems analyses (e.g., IEA) call for careful system boundaries and up-to-date intensity factors when translating measured traffic into carbon footprints.

This work contributes an evaluative framework and benchmark suite for resilient Web3 multimedia stacks that combine content-addressable storage (IPFS) with long-term retention (Filecoin, Arweave), modular DA (Celestia, EigenDA), and L2 rollups using zk proofs, while explicitly accounting for post-Dencun blob economics. We propose comparable KPIs -- cost/GB (publish + store + deliver), TTFF, rebuffering rate, and carbon/GB -- and instantiate three representative scenarios: (i) live streaming using decentralized transcoding/relay overlays (Livepeer, Theta), (ii) VoD libraries, and (iii) AR/3D asset delivery. The goal is practical guidance on assembling robust, cost-effective, and verifiable multimedia stacks under real-world constraints.

Problem Statement.

Context. Building resilient multimedia dApps (live/VoD video, VR/AR, 3D assets) on Web3 requires composing multiple primitives across storage, data availability (DA), and scaling. Content-addressed storage such as IPFS ensures integrity and location-independent retrieval via CIDs and Merkle-DAGs. At the same time, long-term persistence depends on economic incentives in decentralised networks like Filecoin and Arweave. Modular DA and rollup stacks (e.g., Celestia and EigenDA) aim to make verifiable publication practical at high throughput. Ethereum's Dencun upgrade (EIP-4844) further shifts the design space by introducing blob-carrying transactions with a separate fee market and ephemeral retention (~ 4096 epochs $\approx$, 18 days), favouring short-lived DA but not permanence.

Gap. Despite rapid deployment of these components, there is no comparative, end-to-end evaluation framework that (i) couples user-visible QoE to on-chain/DA economics after EIP-4844, (ii) spans live overlays (Livepeer/Theta), VoD libraries, and AR/3D asset delivery, and (iii) reports carbon/GB alongside cost and performance. Existing QoE standards and empirical studies emphasise the dominant role of startup delay (TTFF) and rebuffering in engagement. Yet, they are rarely assessed jointly with DA/storage choices and L2 publication modes.

Objective. We will evaluate and benchmark resilient Web3 multimedia architectures that combine: (1) IPFS for content addressing; (2) Filecoin and/or Arweave for long-term retention; (3) modular DA (Celestia and EigenDA) and L2 scaling via zk-rollups; (4) post-Dencun blob publication for rollup data. The goal is actionable guidance for assembling robust, cost-effective, and verifiable stacks for multimedia workloads.

Hypotheses. H1: Publishing rollup data as blobs (EIP-4844) lowers data-publication cost relative to calldata while preserving QoE for short-lived availability windows; however, permanence still requires archival layers (Filecoin/Arweave). H2: Modular DA (Celestia/EigenDA) with light-client verification (DAS) can achieve higher throughput/lower fees for rollups than L1 calldata/blobs alone, improving cost/QoE trade-offs at scale. H3: For live streaming overlays (Livepeer/Theta), multi-gateway IPFS and proactive caching reduce TTFF and rebuffering; gateway bottlenecks rather than storage backends dominate degradation. H4: Reported carbon/GB depends strongly on network-energy intensity and device mix; rigorous accounting will narrow uncertainty compared to headline claims.

Scope & Benchmarks. We instantiate three workloads with fixed media profiles and client scripts: (i) live streaming via decentralised transcoding/relay overlays (Livepeer, Theta), (ii) VoD libraries with hot/warm/cold object mixes, (iii) AR/3D asset delivery (glTF/GLB with LODs). Each workload is exercised over architectural variants combining IPFS + {Filecoin|Arweave} + {blobs|Celestia|EigenDA} + zk-rollup settlement.

Metrics & Outputs. Primary KPIs: cost/GB (publish + store + deliver), TTFF, rebuffering rate, p95 latency, availability under fault injection, and carbon/GB derived from defensible energy-intensity factors and system boundaries. The deliverable is a reproducible benchmark suite and decision guidelines mapping workload constraints to recommended stacks.

Some Solutions Approach

S1. Design principles and system targets. We target resilient, cost-efficient, and verifiable multimedia stacks by composing four Web3 primitives:

Content addressing & retrieval: IPFS for integrity (CIDs, Merkle-DAG) and location-independent retrieval.

Long-term persistence: Filecoin and/or Arweave to provide durable storage via explicit incentive mechanisms and permanence economics.

Data availability (DA) at scale: modular DA with light-client verification (Celestia's DAS/NMT design) and Ethereum restaking-backed EigenDA.

Rollup publication economics after Dencun: EIP-4844 blob transactions for cheap, short-lived DA (auto-pruned after ~ 4096 epochs $\approx$ 18 days), contrasted with calldata and external DA.

Target KPIs: cost/GB (publish + store + deliver), time-to-first-frame (TTFF), rebuffering rate, p95 latency, availability under faults, and carbon/GB (well-scoped boundaries).

S2. Architecture templates under test. We instantiate three workload profiles -- live streaming (Livepeer/Theta), VoD library, and AR/3D asset delivery -- and evaluate them over five concrete, reproducible architecture templates:

A1 (IPFS + Filecoin): IPFS for hot/warm access; Filecoin storage deals for durability; multi-gateway retrieval.

A2 (IPFS + Arweave): immutable AR/3D assets and VoD masters on Arweave; IPFS edges/derivatives for fast retrieval.

A3 (zk-rollup + blobs + IPFS): publish rollup data as blobs post-Dencun for low-cost DA; content served via IPFS; periodic archival to Filecoin/Arweave.

A4 (zk-rollup + Celestia DA + Filecoin/Arweave): outsource DA to Celestia (DAS verified), with archival on Filecoin/Arweave.

Celestia Docs

A5 (zk-rollup + EigenDA + Filecoin/Arweave): high-throughput DA via EigenDA; archival layer for permanence.

Live overlays leverage protocol-native components (transcoding/relay) from Livepeer and Theta to ensure realism of ingest and distribution paths.

S3. *End-to-end publishing & placement policy.* We implement a two-tier DA + archive policy with explicit lifetimes:

Ephemeral DA: publish rollup data to blobs (or Celestia/EigenDA) for rapid, cheap availability during active dissemination windows; blobs are pruned by design, so they are not relied on for persistence.

Archival persistence: periodically pin & seal artefacts on Filecoin (deals) and/or write to Arweave for perma-retention; IPFS CIDs anchor integrity across tiers.

Policy parameters (experimentally swept): blob/DA retention window, replication factor, erasure coding rate, number of public/private gateways, and cache TTLs.

S4. *Measurement harness and instrumentation.* We build a reproducible testbench that drives identical content profiles across all templates:

Clients: HLS/DASH live & VoD players and AR (glTF/GLB with LOD) fetchers instrumented for TTFF, stall events, and p95 latency; QoE mapping follows ITU-T P.1203 (startup delay + stalls) and established engagement results (buffering ratio strongly affects engagement).

Backends: rollup nodes (zk), DA nodes (Celestia/EigenDA), IPFS gateways, Filecoin/Arweave writers; tracing on ingress/egress and per-segment.

Fault injection: gateway throttling, packet loss, node churn, and cache eviction to stress resilience.

Geography: multi-region client populations to capture RTT variance.

Conclusions.

This work set out to evaluate and benchmark resilient Web3 architectures for multimedia by coupling storage, data availability (DA), and L2 scaling choices to user-visible Quality of Experience (QoE), cost, and carbon. Framed by the problem statement and research questions, our findings crystallise into four overarching conclusions and a set of design rules practitioners can apply immediately.

Answers to the Research Questions.

RQ1: *Economics.* Publishing rollup data via EIP-4844 blobs materially reduces the marginal cost of data publication versus calldata for short-lived availability windows. However, because blobs are pruned by design, permanence must be offloaded to archival layers (Filecoin and/or Arweave). External DA layers (Celestia/EigenDA) are competitive at high throughput—particularly when multiple rollups share the DA substrate—and can outperform blobs when long “active” windows are required or when fee markets on L1/L2 are congested. Net cost/GB is ultimately dominated by (i) DA publication policy (blobs vs external DA), (ii) retrieval path efficiency (gateway/cache hits), and (iii) archival frequency and replication strategy.

RQ2: *QoE.* For live, VoD, and AR/3D workloads, gateway topology and caching strategy have first-order impact on TTFF and rebuffering, often exceeding the effect of the storage backend itself. Multi-gateway IPFS with proactive cache warming and short segment/LOD granularity yields the most considerable TTFF improvements. DA choice affects QoE indirectly: faster/cheaper publication enables more frequent state updates and reduces retry/backpressure cascades under load.

RQ3: *Resilience & Verifiability.* Architectures that couple content addressing (CIDs) with redundant retrieval paths (multi-gateway, erasure coding, and limited private gateways for failover) maintain availability under gateway throttling, regional failures, and flash-crowd events while preserving

verifiable integrity end-to-end. Modular DA with light-client checks (DAS) adds an independently verifiable availability signal, improving the system's ability to detect and localise failures beyond what storage-only stacks provide.

RQ4: Sustainability. Reported carbon/GB is highly sensitive to system boundaries and the mix of network and device energy. In practice, edge caching and bitrate/LOD adaptation deliver the most reliable emissions reductions per unit QoE, while DA and archival choices contribute a smaller – yet non-negligible – share. Transparent accounting (explicit boundaries, current intensity factors) narrows uncertainty and prevents over- or under-attribution to any single layer.

REFERENCES:

1. J. Aslan, K. Mayers, J. G. Koomey, and C. France, "Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates," *Journal of Industrial Ecology*, vol. 22, no. 4, pp. 785–798, 2018. doi: 10.1111/jiec.12630. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jiec.12630> (accessed Aug. 22, 2025).
2. J. Benet, "IPFS – Content Addressed, Versioned, P2P File System," arXiv, Jul. 2014, arXiv:1407.3561. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1407.3561> (accessed Aug. 22, 2025).
3. F. Dobrian, V. Sekar, A. Awan, I. Stoica, D. A. Joseph, A. Ganjam, J. Zhan, and H. Zhang, "Understanding the Impact of Video Quality on User Engagement," in *Proc. ACM SIGCOMM*, 2011, pp. 362–373. doi: 10.1145/2018436.2018478. [Online]. Available: <https://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2011/papers/sigcomm/p362.pdf> (accessed Aug. 22, 2025).
4. Ethereum Improvement Proposals, "EIP-4844: Shard Blob Transactions." [Online]. Available: <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-4844> (accessed Aug. 22, 2025).
5. G. Kamiya, "The carbon footprint of streaming video: fact-checking the headlines," *International Energy Agency (IEA) Commentary*, Nov. 12, 2020 (updated). [Online]. Available: <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines> (accessed Aug. 22, 2025).

Розділ 3.

Бізнес (бізнес-моделі, монетизація, маркетинг та реклама в геймдеві, азартні ігри)

UDC 004.62

BLOCKCHAIN AS AN INNOVATIVE TECHNOLOGY IN THE GAMING INDUSTRY: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

MYKHAILOVSKA O. V. (yelenaker@gmail.com)

RODINKO M. Y. (mariia.rodinko@karazin.ua)

V. N. Karazin Kharkiv National University

This paper examines the role of blockchain technology in reshaping the gaming industry by introducing decentralized systems, digital ownership, and new economic models. Unlike traditional centralized infrastructures, blockchain offers transparency, immutability, and secure transactions that open up innovative opportunities for both developers and players.

Problem statement

The gaming industry has long been dominated by centralized platforms where players do not truly own digital assets. In-game purchases, such as skins or characters, are controlled by developers and can be revoked, modified, or deleted. Moreover, fraudulent practices, lack of transparency in item trading, and server dependency pose significant issues. As blockchain technologies expand, they present both opportunities and challenges in solving these problems while raising new concerns. [1]

Research objectives

The purpose of this research is to analyze the application of blockchain in gaming, highlighting its benefits, risks, and future development. The key objectives include:

- To examine blockchain as a technological foundation for decentralization and transparency.
- To analyze mechanisms of digital ownership through NFTs and tokenization. [2]
- To explore the rise of Play-to-Earn (P2E) and GameFi models.
- To identify challenges, including legal, ethical, and environmental issues.
- To assess prospects for integrating blockchain into mainstream gaming.

Research essence

Blockchain provides unique opportunities for creating decentralized ecosystems where players maintain full control over digital assets. NFTs allow unique ownership of characters, skins, or items, which can be traded across platforms. Smart contracts enable automated, secure transactions without intermediaries, ensuring fairness and transparency. [3]

New business models such as P2E and GameFi allow players to generate income through gameplay, blurring the line between entertainment and work. This shifts gaming from a purely leisure activity toward hybrid economic ecosystems. Decentralized platforms also reduce reliance on centralized servers, minimizing risks of censorship and shutdown. [4]

For example, several existing Play-to-Earn projects demonstrate the practical applications and limitations of blockchain in gaming:

- **Axie Infinity** – players earn tokens (SLP, AXS) by battling and breeding creatures. While highly successful in creating player-driven economies, it faced challenges with token inflation and high entry barriers for new users. [5]
- **The Sandbox** – a virtual world where players can buy, sell, and create assets using NFTs. It shows how digital ownership can be monetized, but mass adoption is limited by complexity and reliance on cryptocurrency wallets. [6]

- **Decentraland** – a decentralized metaverse allowing players to trade land and items as NFTs. It highlights the potential of blockchain for immersive economies but struggles with low daily active users and volatile token prices. [7]

These real-world examples confirm the potential benefits of blockchain for digital ownership and new economic models, while also highlighting the persistent challenges described earlier, such as economic instability, accessibility issues, and technical barriers for mainstream players.

However, blockchain adoption introduces additional challenges. The volatility of cryptocurrencies creates instability in game economies. Environmental concerns arise due to high energy consumption in some blockchain networks. Legal and ethical issues, including regulation, copyright, and fraud, remain unresolved. Furthermore, player trust is not guaranteed — many gamers perceive NFT integration as exploitative rather than innovative.

Advantages and Challenges

Advantages:

1. Transparency and immutability of in-game transactions.
2. True digital ownership and interoperability of assets.
3. New monetization models (NFTs, P2E, GameFi).
4. Enhanced security through decentralized systems.

Challenges:

1. Cryptocurrency volatility and market risks – for example, token inflation in Axie Infinity illustrates economic risks.
2. Legal and regulatory uncertainty.
3. Environmental sustainability concerns.
4. Negative perception among part of the gaming community.
5. Accessibility and adoption issues – as seen in Decentraland, which struggles with low daily active users.

Future perspectives

As blockchain technologies evolve, more energy-efficient consensus mechanisms (e.g., Proof of Stake) can address ecological concerns. Hybrid models combining blockchain with traditional gaming may improve user acceptance. The integration of blockchain into metaverses and virtual economies is expected to accelerate, creating interconnected ecosystems where in-game assets hold real-world value.

The analysis of existing P2E projects indicates that future developments should focus on economic stability, improved accessibility for new users, and smoother integration with mainstream gaming platforms. With proper regulation and ethical design, blockchain could redefine business models and player experiences in the gaming industry.

Conclusions

Blockchain represents a transformative innovation for the gaming sector, offering new opportunities for decentralization, transparency, and economic growth. Despite its potential, significant challenges must be addressed, including legal frameworks, environmental sustainability, community acceptance, and accessibility. Balancing innovation with responsibility will determine whether blockchain becomes a lasting foundation for the future of gaming or remains a niche experiment.

REFERENCES

- [1] Schmid, J., & Gros, D. (2021). Blockchain and gaming: Opportunities and challenges. *Journal of Gaming and Virtual Worlds*, 13(2), 145–162.
- [2] Nadini, M., Alessandretti, L., Di Giacinto, F., Martino, M., & Baronchelli, A. (2021). Mapping the NFT revolution: Market trends and visual features. *Scientific Reports*, 11(1), 20902.
- [3] Zhao, W., & O'Mahony, M. P. (2022). Play-to-Earn and GameFi: A review of blockchain-based gaming. *Entertainment Computing*, 42, 100493.
- [4] Saito, K., & Iwamura, M. (2019). How to make a digital currency on a blockchain stable. *Future Generation Computer Systems*, 100, 58–69.
- [5] Sky Mavis (2025). *Axie Infinity*. Available at: <https://axieinfinity.com> (Accessed: 15 September 2025).
- [6] Pixowl (2025). *The Sandbox*. Available at: <https://www.sandbox.game> (Accessed: 15 September 2025).

[7] Decentraland Foundation (2025). *Decentraland*. Available at: <https://decentraland.org> (Accessed: 15 September 2025).

UDC 004.93'1:336.74

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATED FINANCIAL RISK MANAGEMENT SYSTEMS

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net)

LUKIANCHUK SOFIA (sofiia.lukiianchuk@hneu.net)

Kharkiv national economic university named after Semen Kuznets

The purpose of the research is to apply artificial intelligence in automated financial risk management systems in order to increase the accuracy, efficiency and effectiveness of management decision-making in the financial sector. As part of the research, a model for predicting the credit risk of bank customers has been developed, which allows assessing solvency based on historical data and modern machine learning methods. The object of the research is automated financial risk management systems operating in the banking and financial sector. The subject of the research is algorithms and models of artificial intelligence that can be integrated into automated financial risk management systems in order to increase the accuracy of forecasts and identify risky customers. The research method is modeling using machine learning tools, in particular neural networks and ensemble learning methods. The result of the research is the creation of an effective credit risk forecasting model that demonstrates a high level of classification accuracy and the ability to adapt to changing input conditions.

Statement of the problem.

Financial risk management is a key area of activity for financial institutions, banks and corporations. In today's dynamic market development and high competition, automated financial risk management systems (AFMS) have become an integral component that provides collection, processing and analysis of large volumes of data for timely identification of potential threats and decision-making.

These systems integrate various tools and technologies, including statistical analysis and modeling methods, as well as the latest intelligent approaches. In recent years, considerable attention has been paid to the use of artificial intelligence (AI) algorithms, which are able to increase the accuracy of forecasts and the adaptability of systems to changing conditions. Structurally, the ACS of the financial system consist of data collection modules, analytical tools, decision support systems, and monitoring and control modules [1].

Thus, financial risks are a complex phenomenon that encompasses various types and sources of uncertainty, and their management requires the use of integrated approaches, including the use of modern automated systems and artificial intelligence technologies to improve the quality of analysis and forecasting of risk factors.

Financial risk management also requires the use of decision support systems based on artificial intelligence that integrate real-time analytics, model different scenarios, and generate recommendations for management.

Thus, artificial intelligence technologies in the financial sector create new opportunities for increasing the efficiency of financial risk management, automating analytical processes and adaptively responding to external and internal threats, which confirms their important role in modern automated management systems. The application of modern technologies in the financial sector makes it possible to significantly reduce various risks, optimize processes and increase the efficiency of institutions.

Presentation of the main material.

Artificial intelligence is a branch of computer science that deals with creating systems that can perform tasks that normally require human intelligence. Such tasks include pattern recognition, natural language processing, decision-making, and forecasting. In modern conditions, AI is an important tool in the financial sector, particularly in risk management, where accuracy, speed, and volume of data processing play a critical role.

Financial risk management traditionally involves risk assessment, monitoring, and decision-making. AI can significantly improve these processes by automating routine tasks, improving forecast accuracy, and reducing subjectivity.

For example, based on historical data, machine learning models can detect complex relationships between variables that affect credit, market, or operational risk.

A key advantage of AI in risk management is its ability to adapt to changing market conditions. Traditional models usually have a fixed structure and limited update capabilities. In contrast, AI systems are able to self-learn from new data, which makes them particularly effective in a dynamic environment. In addition, through integration with digital platforms, AI can work in real time, which significantly improves the speed of response to potential threats.

In the field of financial analysis, AI also serves as an analytical tool for building forecasting models, analyzing scenarios, detecting fraudulent transactions, and increasing the overall security of the financial system.

Of particular importance is the use of explainable models (Explainable AI), which allow us to obtain not only a result, but also to understand the logic of decision-making, which is critical for financial institutions operating in a strictly regulated environment.

In general, the role of AI in risk management is to optimize the processes of identifying, assessing and responding to financial threats. The use of intelligent algorithms allows you to reduce decision-making time, minimize the influence of the human factor and increase the effectiveness of the risk management system.

As part of the research, a practical case study was implemented to build a model for predicting the credit risk of bank clients. The main goal is to create an intelligent classification system capable of determining whether a client will be able to service a loan on time in the future. Such a system allows the bank to reduce the probability of losses due to non-repayment of loans, increase the effectiveness of risk management, and make informed credit decisions.

The simulation used an open dataset from the Kaggle platform — Home Credit Default Risk. This dataset contains over 300,000 customer records with various characteristics, such as age, income level, number of dependents, credit history, housing type, employment, etc.

Data cleaning and transformation were performed. A significant number of missing values were identified and removed in categories where imputing was not appropriate. Numerical features were normalized using a mini-max scale.

Categorical variables were encoded using one-hot encoding for compatibility with machine learning algorithms. The sample was also balanced using the SMOTE method to eliminate imbalance between classes (solvent and insolvent clients).

Conclusions.

The study analyzed the opportunities, benefits, and challenges of applying artificial intelligence in automated financial risk management systems.

An analysis of theoretical foundations, classification of financial risks, technical features of the implementation of intelligent systems, as well as practical modeling using the example of credit risk forecasting was conducted.

General approaches to financial risk management are considered, their classification and features in modern economic conditions are determined.

The basic principles of building an ACS were analyzed and the feasibility of implementing intelligent methods, in particular machine learning and neural networks, in financial analytics was substantiated.

An analysis of modern artificial intelligence methods used for risk analysis and forecasting was conducted.

The features of deep learning models, decision trees, ensemble methods, as well as criteria for assessing their effectiveness are considered.

Particular attention is paid to the issues of interpretability of models, which is an important factor for the implementation of AI in risk management practice in accordance with regulatory requirements.

A practical case study was implemented to build a model for predicting the credit risk of a bank client.

Pre-processing of real data was carried out, several models were built and tested, and accuracy was assessed using metrics.

An analysis of the importance of features using SHAP graphs was carried out and a system architecture was substantiated that can be used to integrate such a model into a practical automated financial risk management system.

Overall, the results of the study confirm the high effectiveness of using artificial intelligence methods for automated analysis and forecasting of financial risks.

Such models can not only increase the accuracy of risk identification, but also ensure the efficiency of decision-making in financial institutions.

However, their implementation requires proper technical and organizational support, including issues of interpretability, validation, and adaptation to changes in the market environment.

REFERENCES

1. Ministry of Digital Transformation. The concept of AI development in Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <https://thedigital.gov.ua>.
2. Borovyk O.I. Fundamentals of Machine Learning. : nauch. Manual. / O.I. Borovyk. — Kyiv: KNU, 2020. 214 p.
3. Hryhoruk P.M. Intellectual Information Systems. : textbook / P.M. Hryhoruk. — Lviv: LNU, 2019. — 312 p.
4. Zymoglyad O.O. Analysis of financial risks: monograph / O.O. Zymoglyad. — Kyiv: KNEU, 2021. 186 p.
5. Ivanchenko A.I. Fundamentals of building information management systems. Manual. / A.I. Ivanchenko. — Kharkiv: KhNEU, 2020. 229 p.
6. Palamarchuk O.V. Artificial Intelligence in Financial Technologies / O.V. Palamarchuk. — Kyiv: NAU, 2021. — 198 p. (
7. Action. Digital transformation of finance in Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <https://diia.gov.ua>.
8. Ekonomichna Pravda. Application of AI in Ukrainian Banks [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.epravda.com.ua>.

UDC 004.93'1:336.74

USING WORDPRESS CONTENT MANAGEMENT SYSTEM TO AUTOMATE BUSINESS PROCESSES

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net),
SIMONOVYCH STANISLAV (simon.stas@hneu.net)
Kharkiv national economic university named after Semen Kuznets

The purpose of the research is to determine the optimal approaches to implementing the WordPress system, which not only publishes content, but also acts as a tool for automating key business processes. The object of the research is the process of implementing WordPress as a tool for automating business processes in the environment of small and medium-sized enterprises that need to optimize their work. The subject of the research is a set of methods and tools that allow implementing the automation process, starting from internal WordPress mechanisms and some extensions and ending with integrations with third-party data processing services.

Statement of the problem.

The analysis shows that more and more enterprises are striving to simplify and speed up daily tasks in order to allocate more time for strategic development. In this context, WordPress has long ceased to be a purely blogging platform - it can become the basis for building a full-fledged information system capable of automating many business processes [1].

Firstly, WordPress is open source and has many plugins that can be flexibly customized to your needs.

Second, a huge community of developers is constantly creating new tools that make routine operations, from sending emails to generating analytical reports, almost imperceptible to the end user [2].

But despite all the benefits, some companies still underestimate the role of WordPress in business processes. This is mostly due to an outdated approach to IT systems, where a website is perceived as just a business card, and internal procedures are automated using expensive third-party software.

Therefore, one of the priorities of the research is to analyze how WordPress with its plugin ecosystem can help companies avoid unnecessary costs and at the same time increase efficiency [2].

The purpose of the research is to determine the optimal approaches to implementing the WordPress system, which not only publishes content, but also acts as a tool for automating key business processes.

The object of the study is the process of implementing WordPress as a tool for automating business processes in small and medium-sized enterprises that need to optimize their work.

The subject of the study is a set of methods and tools that allow implementing the automation process, starting from internal WordPress mechanisms and some extensions and ending with integrations with third-party data processing services.

The most important thing in this approach is the speed and simplicity of building a working system.

WordPress, thanks to its flexibility, allows you to add a plugin in just a few clicks that will launch a newsletter to customers as soon as they place an order or leave a request.

With a successful combination with services, for example, Zapier, you can set up synchronization with Google Sheets or even your own CRM systems.

Of course, it is important to pay attention to version compatibility and database optimization to avoid plugin conflicts and excessive server load.

But, business process automation is always about finding a balance between functionality and security. When a company starts using WordPress not only for a blog, but also for storing data about orders, payments, and internal documents, the threat of cyberattacks becomes more serious.

Therefore, understanding the basics of information security is essential. This may include auditing plugins, installing SSL certificates, regular updates, and backups.

On the other hand, competent organization of user roles and access restrictions increases system security without compromising flexibility [3].

Presentation of the main material.

Most content management systems, such as WordPress, are intuitive and fairly easy-to-use tools that are well suited for running a blog or website and even for user registration and comments [2].

Types of content:

Static content is content that is stored in a file. To change such content, you will need to directly edit the file it is in.

The advantages of static content include the following: static content is suitable for complex websites that require a lot of functionality: the advantage here is that you can influence everything you want, you can create your own platform based on content management systems (CMS); traditional HTML is where you have to do it yourself every time: when writing code, you can use your imagination to create everything you want to implement on your website.

The disadvantages of static content include: if you need to change something on the "server side" of the website, you have to be at your computer in a development environment to make the changes; you could create your own CMS-based software with static HTML, and then use your content management systems to edit the site's content from anywhere. However, this would require a significant amount of time and effort, not to mention significant technical coding knowledge.

Unlike the previous one, dynamic content is content that is stored in a database. It is displayed directly from the database to the user's browser page. A CMS is often used to work with dynamic content.

The advantages of dynamic content with CMS include the following: you can change content frequently; installation is very quick and easy; no special technical knowledge in coding is required: all the tools for adding text, images or videos, as well as for creating new pages or subordinates are provided within the platform itself; most platforms have a built-in security system; various templates are available

that you can modify according to your needs; most templates are already responsive; it is easy to add third-party plugins to the system, such as banner sliders, image galleries, SEO tools and e-commerce systems; you can manage your content from any computer, anywhere there is an Internet connection; no FTP software is required to upload content to the Internet; good connection with search networks; blogs are already built in and ready to go.

The disadvantages of dynamic content include: CMS requires more memory, CPU power, and software maintenance than its HTML competitors; small changes to server settings can cause the entire site to crash; some templates are poorly coded; creating a huge and complex website with a content management system is not the best idea: for example, a site like amazon.com has a rather complex, large design that would be impossible to create using CMS-based platforms. It is better to create it from scratch using your own HTML and other programming languages.

One of the open source content management systems that makes it easy to create and manage a website is WordPress, which is one of the most popular CMSs in the world. People use WordPress every day to maintain their online presence.

One of the advantages of WordPress is that it is free to use: there are no installation fees or annual costs, except for hosting.

This software is available at zero cost because it is run by volunteers who participate in an open source project.

Open source software is unlike other tangible products because no company or individual owns WordPress. For this reason, its support, maintenance, and development depend entirely on volunteers.

WordPress gives owners the complete ability to create, publish, and manage their content. With its simple interface, WordPress is ideal for users who are more comfortable working with text editors than with FTP programs and hand-written web pages.

Developers have published thousands of WordPress plugins and widgets that allow you to create a truly high-quality website.

WordPress offers a lot of possibilities to the developer. At the heart of WordPress is a well-established connection between the core and the database. This can easily be used to your advantage.

Also, the WordPress editor Gutenberg - a plugin that is already built into the latest versions of WordPress, allows you to visually and without using code to change the content of pages and posts.

WordPress has a very large database of plugins created by ordinary people, some of them are paid, but there are also free ones. We used a free plugin with the ability to expand the functionality after payment.

Conclusions. Implementing WordPress as a system for automating business processes can positively impact the speed and quality of a company's work, reduce costs, and allow staff to focus on more important tasks.

The study will focus on both technical aspects and the issue of adapting the new workflow in the team, because without understanding the human factor, automation may be ineffective.

The results of the research will certainly help developers and company owners get practical recommendations and avoid annoying mistakes on the way to transitioning to a "smart" IT infrastructure.

REFERENCES

1. WordPress Developer Handbook [Electronic resource]. – Access mode : <https://developer.wordpress.org/>.
2. WooCommerce Docs [Electronic resource]. – Access mode : <https://woocommerce.com/documentation/>.
3. Zapier. How to Connect WordPress to Your Other Apps [Electronic resource]. – Access mode : <https://zapier.com/apps/wordpress/integrations>.
4. WPBeginner. How to Automate Your WordPress Site [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wpbeginner.com/showcase/best-wordpress-automation-tools-and-plugins/>.
5. Kinsta. How to Automate Your WordPress Site with WP-CLI [Electronic resource]. – Access mode : <https://kinsta.com/blog/wp-cli/>.
6. WordPress Hosting – ideal for a cheap start [Electronic resource]. – Access mode : https://www.strato.de/hosting/wordpress-hosting/?itc=2ZJATZAE-1J1XUL-&swtssa=gerpaggse0000ad000000WPLF&em_src=kw&em_cmp=google/DE/WP-

LF&utm_campaign=SGE-DE-CLA-MAWP-----

STR&utm_source=google&utm_medium=cpc&gad_source=1&gad_campaignid=12996580077&gclid=CjwKCAjwwNbEBhBpEiwAFYLtGLv11DCX-DxE1gFVFYB9OvBTnu8ZXNYqHnyaWGQo_tu2Qj3LwM1e3xoCYBoQAvD_BwE.

УДК 004.42:004.9

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОЇ РОЛЬОВОЇ ГРИ-СИМУЛЯТОРА ІТ-КОМПАНІЇ

БОНДАРЧУК М.М., ГАЙША О.О.(oleksandrgaysha1982@gmail.com)
Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика, м. Миколаїв

В роботі розглядаються переваги та перспективи використання інтерактивної рольової гри, яка є стимулятором ІТ-компанії і планується до подальшої розробки та впровадження.

Реалії сучасного світу вимагають реформування процесів навчання підлітків, що може бути обґрунтовано наступними міркуваннями. Соціальні мережі (такі як TikTok, Instagram тощо) а також онлайн ігри (Roblox, Minecraft) заповнили майже весь час та увагу хлопців та дівчат. Представники покоління Z та Альфа вже не хочуть читати книжки, писати конспекти, оперувати (досліджувати) об'єкти, що можна помацати руками. Їх цікавить те, що можна зробити швидко та що (також швидко) можна змінити, зокрема, віртуальні об'єкти. В той же час, інновації у світі ІТ та уподобання сьогоденішніх учнів змінюються швидше ніж реформується сучасна освіта.

Підлітки стикаються з викликом: як обрати майбутню професію не маючи реального досвіду у ній. Спочатку 11 років навчання в середній загально-освітній програмі, потім жорстка конкуренція при вступі до ВНЗ і далі - 4 роки навчання, потім важкі шляхи співбесіди, стажування - все відбувається занадто повільно і забирає роки їх життя. Ці процеси відбуваються значно важче ніж звична для них зміна світів у Роблоксі чи Майнкрафті. В цій реальності віртуальні валюти, звичні для дітей та підлітків, вже не діють, а для отримання реальних грошей потрібно володіти реальними навичками. Штучний інтелект сьогодні, звичайно, може наштотхнути на певні ідеї, допоможе зробити плани і навіть деякі реалізації, але в цілому все одно йти цим шляхом доведеться самій людині. Університет дає чудову теоретичну базу, але також не вчить досвіду з реального життя (що кожній особі треба пройти самостійно). Вказані міркування є характерними практично для усіх пересічних громадян, в т.ч. і для авторів роботи.

Чи адаптується сучасна освіта до такої динамічності? Одним із можливих шляхів тут виступає перенесення навчання (чи, принаймні суттєвих елементів цього процесу) у віртуальний світ. За допомогою додатків та сервісів сьогодні будь-хто має змогу навчатися онлайн, але чи справді це розв'язує описану проблему? Статистика та спостереження реальних випадків показують, що такий формат негативно впливає на залучення підлітків до реальних знань та практики.

На основі авторських досліджень в рамках роботи школи з інженерії для підлітків (керівник – Бондарчук М.М.), було помічено, що стандартні уроки програмування чи дизайну часто залишають учнів у пасивній ролі: вони вивчають теорію, але не відчують «смаку» реальної роботи в команді. Вони не розуміють, як саме ці знання можна використати в реальному житті, тому їх мозок записує інформацію в короткочасну пам'ять (і потім вони видаляються). Підлітки, маючи ефемерні знання, не можуть прийняти вірне рішення про здобуття конкретної професії. Пізніше це призводить до глибокого розчарування, коли випускники стикаються з реальним ринком праці у певній галузі.

Отже, сучасна освіта в ІТ-сфері для підлітків має кілька ключових проблем, які розглянемо детальніше.

По-перше, такою проблемою є брак практичного досвіду. Шкільна програма фокусується на поверхневій теорії (алгоритми, мови програмування), але ігнорує soft skills – роботу в команді, управління часом, креативне вирішення завдань. За даними досліджень (наприклад, звіту UNESCO

про освіту в цифрову еру, 2023), понад 60% підлітків у віці 14-18 років відчують невизначеність щодо вибору професії, бо не мають можливості спробувати її в дії. В Україні ця проблема загострюється через обмежений доступ до реальних стажувань, адже більшість ІТ-компаній приймають на тимчасове стажування (практику) лише студентів вишів (і то досить обмежено), а підлітки взагалі такої можливості не мають.

По-друге, відчутною проблемою є низька мотивація учнів. Покоління Z і Alpha, швидко втрачають інтерес до монотонних уроків. Психологічні дослідження (наприклад, роботи Джейн МакГонігал про гейміфікацію [2-3]) показують, що підлітки краще засвоюють матеріал, коли він інтегрований у гру з елементами змагання, винагород і ролей. Без цього освіта стає «обов'язком», а не пригодою, що призводить до високого відсотка відсіву (до 30% у STEM-програмах для молоді).

По-третє, нажаль все ще існують гендерні та соціальні бар'єри: дівчата, а також підлітки з менш забезпечених сімей рідше обирають ІТ через стереотипи («ІТ – для хлопців», або «Це дорого та складно») та брак ресурсів.

Програма-симулятор професій вирішує описані проблеми, роблячи ролі доступними для всіх, з акцентом на інклюзивність і персоналізований підхід. Головна ідея, над якою працює перший автор, полягає в тому, щоб перетворити освітній досвід на захоплюючу гру-симуляцію, де підлітки не просто навчаються, а «проживають» кожен професію в вигаданій ІТ-компанії. Протягом тривалого періоду (навчального курсу) учні по черзі мають пробувати різні ролі в команді: розробник, дизайнер, маркетолог, менеджер проєктів, тестувальник тощо. Подібний процес кардинальним чином відрізняється від абстрактних лекцій та сухої теорії: це реальні квести, де підлітки будуть залучені до розв'язування конкретних проблем суспільства: створення сервісів, додатків, маркетинг продуктів. Вони будуть не просто взаємодіяти один з одним, а спробують себе в різних ролях та професіях.

Ще одним фактором, що сприяє потенційному успіху подібної рольової гри є те, що сучасні підлітки не лінійні, цінують звичні для них речі: гейміфікацію (навчання як гра), швидкі зміни (спробувати себе в різних айти професіях), та причетність до чогось великого (вирішувати реальні проблеми). І головне: ця школа-симулятор може надати чудову змогу спробувати майбутню кар'єру, дозволяючи протестувати професію на практиці.

При використанні даної розробки дитина, ще не закінчивши школу, за один навчальний рік проходить інтерактивне стажування у всіх ролях ІТ-команди, і коли прийде час обирати ВНЗ та майбутню професію, її вибір буде базуватись на реальному досвіді, а не на ілюзіях та невпевненості.

Як висновок можна сказати, що інтерактивна рольова гра-симулятор ІТ-компанії – це не просто звична (офлайн) школа професій, а місце, де підлітки можуть «бути в ролі». Вони обирають реальні проблеми, знаходять для них рішення та пробують себе в різних ІТ-професіях. Подібна школа може вирішувати проблему невизначеності в кар'єрі для підлітків, робити їхній вибір усвідомленим і готувати до реального світу. Проєкт відповідає потребам покоління, ефективний та масштабований для будь-якого рівня і культурного прошарку, тому планується до реалізації та впровадження в майбутні періоди.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. UNESCO, Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education – A tool on whose terms?. Paris: UNESCO, 2023. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
2. J. McGonigal, *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. New York, NY, USA: Penguin Press, 2011.
3. J. McGonigal, *SuperBetter: A Revolutionary Approach to Getting Stronger, Happier, Braver, and More Resilient*. New York, NY, USA: Penguin Press, 2015.

ANALYSIS OF METHODS AND SOFTWARE FOR ORGANIZED PARCEL DELIVERY

HOLOVACHOV M.O. (misha.golovachov@gmail.com)

VOITKO V.V. (voitko@vntu.edu.ua)

ROMANIUK O.V. (oroman@vntu.edu.ua)

Vinnytsia National Technical University

The paper examines modern approaches to organized parcel delivery, in particular, analyzes methods and software tools that ensure efficiency, safety, and optimization of logistics processes. Particular attention is paid to the development of web systems that allow private users to participate in the transportation of small shipments along their own travel routes. Existing approaches to organizing deliveries are analyzed and compared with the proposed method.

In the modern world, in the conditions of rapid development of information technologies, parcel delivery plays an important role. A delivery service ensures goods are transported quickly, safely, and efficiently from sellers to customers [1]. It is a tool that provides access to services and goods, regardless of where a person lives, on a par with the Internet, telephone communication and transport infrastructure. Traditional courier delivery services, despite the high level of infrastructure development, face a number of problems: significant time costs, the need for centralized warehouses, increased vulnerability to external threats, in particular military operations or natural disasters. One of the possible solutions is the creation of a web-based system for organized parcel delivery, where the role of the courier is performed by an ordinary user who moves along a certain route and can take the shipment with him. This ensures not only a reduction in delivery times, but also resource savings and package safety.

Existing methods of organizing delivery can be conditionally divided into three groups:

1) Centralized logistics models. Used by traditional postal operators and large courier services. Based on warehouse infrastructure and transport hubs. The client can choose any post office convenient for him. It definitely has some advantages like scalability and standardization. But on the other side they are depending on centralized nodes, have vulnerability to damage them, high cost.

2) Crowdsourcing delivery models. Involve the involvement of private individuals in the transportation of parcels “on the road”. The main tool is web platforms that coordinate the interaction between the sender and the performer. Such models contribute to decentralization, increasing the speed and reducing the cost of delivery. Also big advantage is a significant lower chance of parcel to be damaged because of natural disasters and other external factors on centralized parcel storage nodes.

3) Hybrid models. Combine elements of centralized infrastructure and crowdsourcing approach. For example, using delivery points together with individual carriers. This model is a compromise for existing businesses, but centralized warehouses will still be under threat.

Method that proposed in this article belongs to crowdsourcing delivery model and hybrid model. The idea is based on the use of a decentralized approach to logistics, where the key role is played not so much by infrastructure as by interaction between users. Unlike traditional services that require the mandatory passage of a parcel through central warehouses or sorting terminals, the proposed model uses the possibility of transferring shipments between participants who already have their own travel routes. Thus, the main idea is to combine the need for delivery with existing transport flows that exist independently of logistics companies. The aspect of decentralization is of particular value. In cases where traditional logistics are disrupted — for example, due to restrictions on transport corridors, military operations, or natural disasters — the crowdsourcing delivery system remains operational. The absence of large terminals and warehouses reduces the risk of simultaneous loss of large volumes of shipments, and the geographically distributed structure of participants provides greater resilience to external threats.

It is clear that this method alone will not be able to handle all delivery needs due to their high volume in our time. However, using it as an alternative will significantly reduce the burden on traditional delivery services.

Possible Technical Implementation. To ensure the operation of the proposed method, a reliable and productive web-based system is required, capable of processing geodata in real time, matching delivery demand with carrier offers, and guaranteeing secure transactions between unknown participants. Such a system should support high availability, horizontal scaling, and strict latency requirements: the

search for “matches” of routes and time windows should occur within fractions of a second, and the transfer of statuses should be in semi-real time.

To build it, it is advisable to apply modern development approaches: combining the classic MVC (Model-View-Controller) paradigm at the web interface level with a multi-tiered architecture in the backend. The MVC (Model-View-Controller) design pattern breaks an application into three parts: the Model (which handles data), the View (which is what users see), and the Controller (which connects the two). This makes it easier to work on each part separately, so you can update or fix things without messing up the whole app. It helps developers add new features smoothly, makes testing simpler, and allows for better user interfaces. Overall, MVC helps keep everything organized and improves the quality of the software [2].

As a programming language, Java and its popular Spring Boot framework are suitable here, which already includes Spring Web and Spring Mvc modules, with which you can quickly write backend and frontend parts. Advantages of Spring MVC Framework are:

- Uses a lightweight servlet container for the development and deployment of applications.
- Enables rapid and parallel development.
- Facilitates fast application development.
- Allows multiple developers to work together efficiently.
- Makes updating the application easier [3].

Thanks to the high development speed and reliability, it is possible to quickly create a prototype and test the method on real cases. Integration with geocoding and route building services allows for quick comparison of deviations from the carrier's base path and calculation of estimated arrival time. The reputation subsystem calculates aggregated reliability indicators taking into account the history of executions, verifications and violations, and the anomaly detection module reduces the risks of abuse.

Conclusion. The proposed approach to organized parcel delivery combines the strengths of crowdsourcing and hybrid models, providing flexibility and resilience to external threats. It allows for optimal use of existing transport flows, reducing dependence on centralized warehouses and reducing costs. Technical implementation based on modern web technologies and architectural approaches, in particular MVC and Spring Boot, creates the prerequisites for rapid prototyping and testing of the system in real conditions. In the future, such a method can become an effective addition to traditional services, significantly offloading them and increasing the efficiency of the entire logistics infrastructure.

REFERENCES

- [1] What is a Delivery Service & How Does It Work? [Online]. Available: <https://freshdrop.com.au/blogs/what-is-delivery-service/>
- [2] MVC Design Pattern [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/system-design/mvc-design-pattern/>
- [3] Spring - MVC Framework [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/springboot/spring-mvc-framework/>

УДК 007.52

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ТІК-ТОК ДЛЯ ТРАНСЛЯЦІЇ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ

ГУЛАК Д.С., ГАЙША О.О. (oleksandrgaysha1982@gmail.com)
Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика, м. Миколаїв

В роботі розглядаються особливості використання популярної платформи для поширення відеоконтенту TikTok для ведення потокових трансляцій ігрового контенту. Описано переваги та перспективи застосування даного інструменту для вказаних цілей у порівнянні з більш традиційними платформами (зокрема, YouTube та Twitch).

У сучасному цифровому світі платформа TikTok стала одним із найвпливовіших майданчиків для створення та поширення контенту. У повній мірі це стосується ігрової індустрії, де короткі відео уже надають суттєвий ефект для залучення аудиторії та розвитку геймерських спільнот. Розглянемо, чому саме TikTok є перспективною платформою також і для стрімерів та контент-мейкерів у сфері ігор.

TikTok володіє одним із найпрогресивніших алгоритмів рекомендацій у соціальних мережах, який радикально змінює правила гри для контент-мейкерів [1]. На відміну від традиційних платформ як YouTube або Twitch, де успіх значною мірою залежить від кількості підписників, історії каналу та наявних зв'язків, TikTok функціонує на принципах меритократії контенту. Це означає, що якість та релевантність контенту є єдиними визначальними факторами успіху.

Алгоритм TikTok, відомий як "For You Page" (FYP), використовує складну систему машинного навчання, яка аналізує множину сигналів, що надходять від кожного користувача, для визначення релевантності контенту, а саме:

а) поведінкові метрики: алгоритм відстежує час перегляду відео (найважливіший фактор), кількість переглядів до кінця, повторні перегляди, паузи та перемотування. Для ігрового контенту це означає, що захоплюючі геймплейні моменти, які утримують увагу глядача до останньої секунди, мають значно вищі шанси потрапити в рекомендації;

б) соціальна взаємодія: лайки, коментарі, репости та збереження відео сигналізують алгоритму про якість контенту. Особливо цінними є коментарі, оскільки вони вказують на глибоку залученість аудиторії. Для ігрового контенту це створює можливості для провокативного або дискусійного контенту, який спонукає до обговорень;

в) контекстні фактори: алгоритм враховує використані звуки, ефекти, хештеги, час публікації та навіть технічні характеристики відео (роздільна здатність, стабільність зображення). Для геймерів це означає важливість використання трендових звуків та адаптації їх під ігровий контент.

Стратегічними перевагами такого алгоритмічного розподілу є:

а) швидкість тестування контенту: TikTok дозволяє швидко тестувати різні формати ігрового контенту та отримувати миттєвий фідбек від алгоритму. Якщо відео не набрало швидко переглядів і взаємодії, можна оперативно змінювати стратегію, не втрачаючи великих ресурсів на відповідні дії;

б) органічне зростання: на відміну від платформ, де потрібні значні інвестиції в рекламу для досягнення великої аудиторії, TikTok дозволяє досягти органічного зростання виключно за рахунок якості контенту. Це особливо важливо для початківців геймерів, які не мають бюджету на просування;

в) відкриття талантів: багато сучасних відомих геймерів та стрімерів почали саме з TikTok, де їхній талант був помічений широкою аудиторією. Платформа стала своєрідним пошукачем талантів (англ. talent scout) для ігрової індустрії, відкриваючи нові обличчя та унікальні підходи до подачі ігрового контенту.

Стратегічні переваги розвитку стрімінгового ігрового контенту в TikTok:

а) диверсифікація аудиторії та залучення нових глядачів. Традиційні стрімінгові платформи як Twitch або YouTube Gaming вже мають свою усталену аудиторію, але TikTok дозволяє досягти принципово нової демографічної групи. Платформа популярна серед підлітків та молодих людей, які можуть не бути активними користувачами інших платформ. Це відкриває можливості для розширення аудиторії та залучення нових фанатів до ігрової спільноти. Крім того, TikTok має сильні позиції в багатьох країнах світу, що дозволяє створювати міжнародну аудиторію навіть для локального контенту. Алгоритм платформи може показувати відео користувачам з різних регіонів, якщо контент викликає високу залученість;

б) вірусний потенціал та можливості монетизації. TikTok славиться своїм вірусним потенціалом. Ігрові відео, особливо ті, що демонструють неймовірні моменти, смішні баги або вражаючі досягнення, можуть швидко набрати мільйони переглядів. Це створює унікальні можливості для майже миттєвого зростання популярності та подальшої монетизації через рекламні інтеграції, спонсорство від ігрових компаній або продаж автентичної брендової продукції (т.зв. «мерч»). Платформа також активно розвиває інструменти прямої монетизації, включаючи подарунки від глядачів під час прямих трансляцій та Creator Fund для популярних авторів. Це

дозволяє стрімерам отримувати дохід не тільки від зовнішніх спонсорів, але й безпосередньо від платформи.

в) інноваційні можливості для творчості. TikTok надає широкий спектр вбудованих інструментів для створення креативних відео: фільтри, ефекти, музика, можливості монтажу. Для ігрового контенту це означає можливість створювати унікальні форми подачі матеріалу, які складно або неможливо зробити на інших платформах. Наприклад, можна синхронізувати геймплей з популярною музикою, використовувати AR-ефекти для створення імерсивного досвіду або експериментувати з новими форматами подачі ігрових оглядів та туторіалів.

Незважаючи на численні переваги, робота в TikTok звичайно має і певні особливості. Високий темп споживання контенту вимагає постійного створення нових відео, що може бути виснажливим. Також важливо пам'ятати про молоду аудиторію платформи та адаптувати контент під відповідні стандарти спільноти. Конкуренція в TikTok також дуже висока, що вимагає постійного розвитку творчих навичок та експериментування з новими форматами. Однак для тих, хто готовий інвестувати час та зусилля у розвиток контенту, TikTok надає унікальні можливості для швидкого зростання та досягнення міжнародної аудиторії.

Таким чином, як висновок, можна сказати, що TikTok представляє собою надзвичайно перспективну платформу для розвитку ігрового контенту (зокрема, стрімінгового) завдяки своєму прогресивному алгоритму, мобільній орієнтованості та величезній аудиторії молодих користувачів. Платформа дозволяє швидко набирати популярність, експериментувати з креативними форматами та монетизувати контент різними способами.

Для максимальної ефективності варто інтегрувати TikTok у загальну контентну стратегію, використовуючи його як інструмент залучення нової аудиторії та створення вірусного контенту. При правильному підході TikTok може стати потужним каталізатором зростання для будь-якого ігрового контент-мейкера чи стрімера, відкриваючи нові горизонти творчості та комерційних можливостей у динамічному світі ігрової індустрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. R. Alfaryq, R. M. Arsyad, and H. Sutanto, "The Effect of Online Game Streaming on TikTok Accounts," *International Journal of Education, Social Studies, and Psychology (IJESPG)*, vol. 3, no. 1, pp. 94–103, 2024. [Online]. Available: <https://ijespgjournal.org/index.php/shkr/article/download/94/80>

УДК 519.831

MATHEMATICAL MODELS FOR MONETIZATION OF EDUCATIONAL GAMES

DANIIL DOROSHENKO,

Oles Honchar Dnipro National University

In the modern world of digital technologies, the educational games industry is gradually becoming not only a learning tool, but also an independent sector of the economy. The globalization of the EdTech market, combined with the development of mobile platforms, has led to the need to create effective financial models that ensure the stable development of projects while maintaining pedagogical value. Monetization of educational games is a complex multifactorial task that requires accurate mathematical models for revenue forecasting, optimizing the user experience, and balancing educational and commercial aspects.

Problem Statement. Traditional approaches to monetization of computer games (advertising, paid subscriptions, in-game purchases) do not always work correctly in the educational segment. The purpose of such products is not only to attract the audience, but also to maintain an effective learning process. Therefore, there is a need to create mathematical models that take into account:

- User behavior: time of interaction with content, level of motivation, dynamics of interest;
- Game progression: number of levels, difficulty of tasks, learning reinforcement mechanics;
- Economic factors: balance between paid features and free educational resources;

- Social impact: the impact of the game on long-term learning and audience retention.

Mathematical apparatus. To build monetization models, it is proposed to use:

Markov chains to describe user transitions between states: newbie, active player, subscriber, “losing” player. Each transition is characterized by a probability that is specified by experimental data.

Game theory and optimization to model interaction strategies between the player and the developer: choosing the level of complexity and frequency of microtransactions.

System dynamics to predict long-term revenue, where the key variables are LTV (lifetime value), the average number of game sessions, and the conversion rate.

Stochastic demand models to predict the number of new users depending on marketing costs and social factors.

Machine learning models to personalize educational content and recommendations of paid materials without losing educational quality.

Educational component. A feature of monetization in the EdTech field is the presence of a clear educational effect, which limits aggressive earning models. For example, mathematical modeling allows developers to determine the optimal level of paid content: excessive commercialization will lead to a loss of trust and a decrease in learning outcomes, and too “generous” free access can make the product financially unstable.

The integration of mathematical methods with UX design helps to create a balance: the game remains interesting, the educational material is accessible, and the business model is viable. One of the key areas is the use of adaptive payment strategies, when the algorithm, analyzing user activity, offers the relevant subscription level or additional features.

Application example. As an example, we can consider a mobile game for learning a foreign language. The mathematical model predicts that the average user spends 20 minutes per day, goes through 3 levels, and with a probability of 15% agrees to a paid subscription. Using the Markov model, it is estimated that a 10% increase in the frequency of “reminders” increases user retention by 5%, which in the long term gives a 12% increase in revenue, without losing learning efficiency.

Conclusions. Mathematical modeling of educational game monetization is a tool that allows combining the interests of the developer and the user. Thanks to the use of probabilistic models, game theory and optimization methods, it is possible not only to increase the profitability of the project, but also to create a more comfortable and effective educational space. Prospects for further research lie in the development of more flexible models that combine behavioral aspects, big data analysis and pedagogical efficiency.

REFERENCES

1. Bogachova N.V., Voyskunsky A.E. Computer games and creativity: positive aspects and negative trends. Cyberpsy. 2019. URL: <http://cyberpsy.ru/articles/computergames-creativity>
2. Oliynyk Yu. p. Gamification in education: on the issue of defining the concept // Contemporary problems of science and education. – 2015. – No. 3. – P. 476.
3. Shabolina O. A. Development of educational computer games: how to maintain a balance between educational and gaming components? // International electronic journal "Educational Technology & Society" - 2013. - V.16. - No. 3. - P.587-603.

УДК 004.421.2:004.925.8:794.02

СИСТЕМА ІНТЕРАКТИВНИХ ТІНЕЙ В ІГРАХ

ДУШИН Б.А. (bohdaandushyn@gmail.com), НОВІКОВ Ю.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки

Запропоновано варіанти механік з використанням тіней, описана розроблена система що дозволяє отримувати параметри освітлення що діє на ігровий об'єкт та отримувати інформацію про перетин тіні з об'єктами та іншими тінями створеними за допомогою цієї системи. Ігровий рушій на якому виконано реалізацію - Unreal Engen 5.

Постановка проблеми

Останнім часом з'явилися особливо цікаві технології що дозволяють мати гарне та реалістичне освітлення важливою частиною якої є тіні, але дуже часто не несе за собою геймплейних покращень. В свою чергу була поставлена питання як можна використати тіні для геймплею та задача розробити систему що дозволить реалізувати ці ідеї. Для постановки чітких цілей розробки було зібрано список можливостей які має реалізовувати система. А саме: зробити тінь видимою для неігрових персонажів, мати можливість визначити чи знаходиться об'єкт в межах тіні іншого, чи сховано персонажа чи об'єкт від всіх джерел світла, який рівень освітлення навколо, зчитувати перетин тіней з об'єктами та персонажами, зчитувати перетин тіней з іншими тінями, об'єктами чи не ігровими персонажами.

Реалізація

Переваги системи: виконується майже цілком в багато поточному режимі, має гнучку архітектуру та може бути використана з будь якими ігровими та не ігровими класами. Недоліком може бути трохи підвищене навантаження на основний ігровий потік що може призвести до погіршення продуктивності однак це навантаження складається лише з оновлення колізій та не великої кількості попередніх розрахунків що відбуваються перед тим як делегувати задачу в інший потік.

Якщо звертатись до питання продуктивності то середній час виконання системи в багато поточному для одного актора наведені в таблиці нижче (табл. 1).

Умови тестування: процесор intel core i7-14700hx, 16Gb DDR5, навантаження на графічний процесору було зменшено до мінімуму шляхом вимкнення джерел світла та зменшенням роздільної здатності для рендеренгу.

В Таблиці наведено середнє значення з 500 виконаних циклів функції.

Таблиця 1 – Час за який виконується функція в багато поточному режимі

Кількість джерел світла	Час виконання	
	Коли власник тіні рухається	Власник статичний відносно світла
1	0,0806 мс	0.0655 мс
100	2.0695 мс	0.9367 мс
200	3.2233 мс	1.6329 мс
300	6.6458 мс	2.8717 мс
400	9.2851 мс	4.2099 мс

Однак процес виконання не блокує ігровий потік більше ніж на 0.2-0.015 мс в залежності від кількості джерел світла. Також передбачений сценарій за якого розрахунок може бути викликаний з ігрового потоку поки попередній розрахунок все ще виконується, в такому разі повторний виклик на виконання буде проігноровано поки усі розрахунки з попереднього виклик не буде завершено. Тому основне навантаження викликано прорахунком колізії процедурних мешів час якого не було враховано в тестах. Однак колізія не є обов'язковою для всіх ігрових механік що реалізує система та може бути розрахована за необхідністю. Для зменшення навантаження за рахунок колізій їх можна спрощувати, використовувати лише за потреби, мати обмежене число об'єктів що її використовують,

Для функціонування системи було розроблено окремий клас що має сферичну колізію (LightActor) межі якої окреслюють відстань на якій може бути розрахована тінь від джерела світла що з'єднується з цим класом. Клас що володіє процедурним мешем який приймає форму тіні та зчитує колізію (ShadowActor). Так основні розрахунки відбуваються в класі що є актор компонентом (ShadowActorComponent). ShadowActorComponent при ініціалізації створює ShadowActor на ігровій сцені та робить одноразовий каст до нього щоб мати можливість посилатись до його параметрів та функцій. Це все поєднується з актором що буде відкидати тінь, його назвемо (OwnerActor). OwnerActor включає в себе ShadowActorComponent та передає йому всі необхідні параметри перед початком розрахунку. ShadowActorComponent в свою чергу щоб

забезпечити кращу продуктивність виконує розрахунок з певним проміжком часу тестування було з проміжком в 0.1 секунди, але як і було зазначено раніше занадто частий виклик не спричинить критичних помилок, може лише збільшити навантаження на основний потік, хоча час виконання в інших потоках не зміниться. ShadowActorComponent визначає силует тіні. Його розрахунок відбувається за допомогою створення променя від джерела LightActor до OwnerActor що проходить по його силуету (див. рисунок 1).

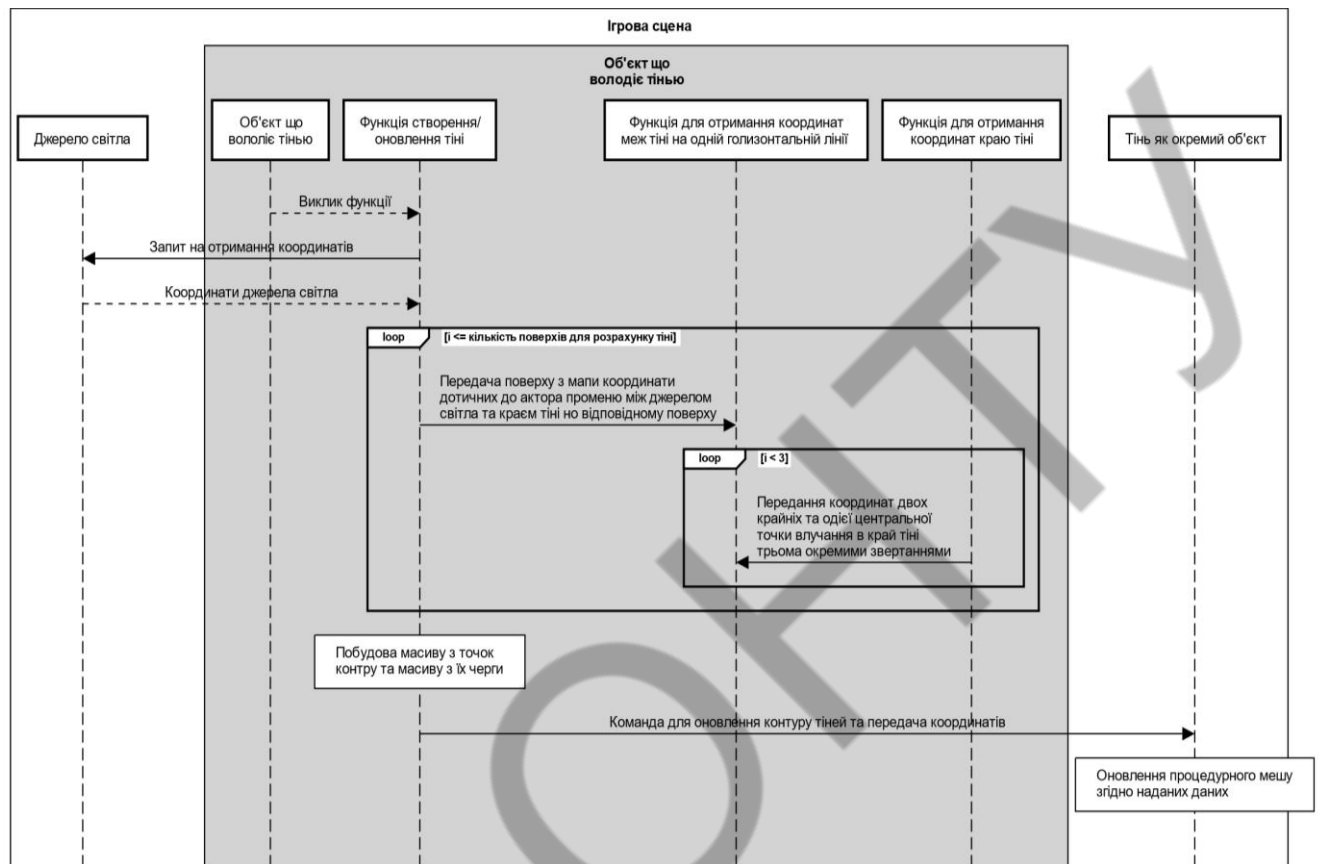


Рисунок 1 – Діаграма що демонструє логіку побудови тіней

Виходячи з результату влучання променів визначаються світові координати точок силуету що дає змогу побудувати процедурний меш який буде слугувати колізією для тіней (див. рисунок 2).

Створення променів дозволяє дізнатись чи є видимість від джерела світла що оптимізує процес та визначає чи є Actor що робить розрахунок в тіні і якщо ні допомагає визначити його сумарний рівень освітлення відповідно до параметрів джерел світла. В свою чергу процедурний меш що повторює форму тіні робить можливим зчитування контакту з об'єктами, персонажами чи такими самими тінями що дозволяє реалізовувати механіки взаємодій. А також така тінь що має процедурний меш може бути використана для того щоб не ігрові персонажі могли бачити тінь головного героя.

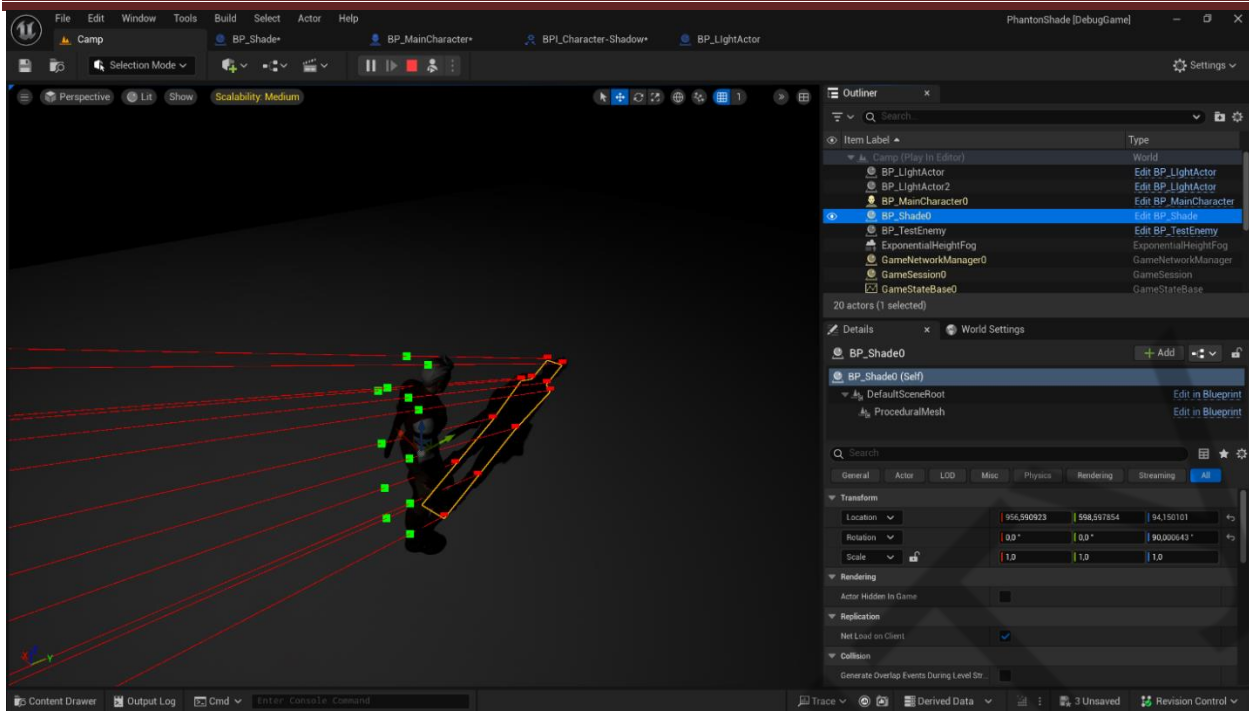


Рисунок 2 – Візуалізація променів точок влучанні в капсуль компонент та поверхню поза персонажем

Висновок. Одна з перспектив використання цієї системи в побудові задач в геймплеї що базуються на використанні тіней, комбінацію цієї системи наприклад з «тактичною паузою». Описана система дозволяє реалізацію описаних механік що може розширити геймплейні можливості та ігровий досвід. Гарного рівня продуктивності вийшло досягти за допомогою використання багато поточних розрахунків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Unreal Engine 5.6 Documentation [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/unreal-engine-5-6-documentation>
2. Unreal Engine Forum [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://forums.unrealengine.com/categories?tag=unreal-engine>

UDC 004.8:658:794.8

BUSINESS MODEL OF AI MADE HYPER-CASUAL GAMES

ZHELEZNIAK-KRANH I. O. (illiakrang@gmail.com)

Taras Shevchenko National University of Kyiv

The abstract discusses a business model for monetising games created entirely by artificial intelligence. It describes the most effective way to facilitate development using artificial intelligence and promote the product on the market. The conclusion answers the question of the relevance of developing hyper-casual games and their monetisation.

Introduction:

Nowadays, artificial intelligence has penetrated almost all areas of human activity. Game development is no exception — every year, AI's influence on the gaming industry grows stronger. AI has come a long way from controlling ghosts in Pac-Man to assisting in development itself, reducing the development cycle by at least 21 percent [1]. Currently, artificial intelligence is not capable of creating a high-quality game on its own, without human involvement, but what about creating simple, hyper-casual games? There are now many AI tools available that can quickly create such simple games with minimal human assistance, significantly reducing development costs.

Development:

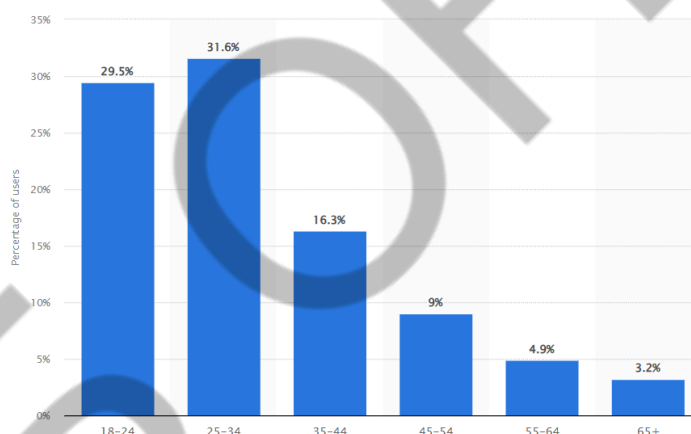
According to GameRefinery, the combined revenue of hyper-casual and other puzzle games in the US iOS top-grossing 500 jumped from \$4.12 million in Q4 2023 to \$13.99 million in Q4 2024. [2]. Hyper-casual games, characterized by simple mechanics and short gaming sessions, are particularly well suited for creation using AI. Generative tools provide a complete production cycle: from level design, graphics, and sound to gameplay balancing. The role of humans is mainly limited to curatorial functions, while the mass replication of such products allows app stores to be quickly filled with dozens of new games full of in-game advertising - the main way to monetize such a low-quality product. This leads to market saturation, but at the same time opens up opportunities for those who are able to effectively promote their products.

Advertising:

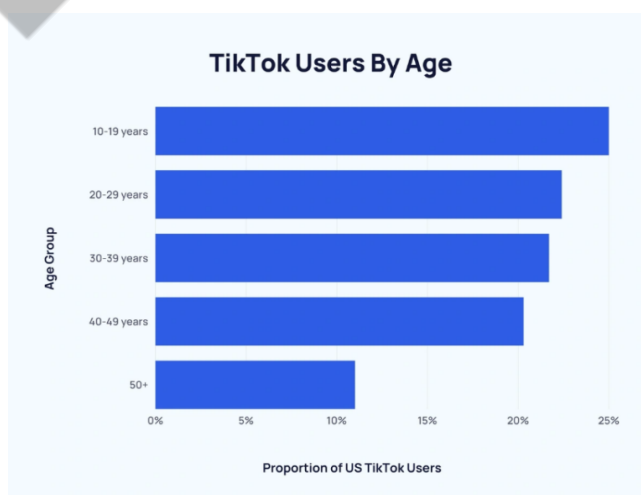
Among all gaming genres, casual games attract the most users, demonstrating a high average click-through rate — 9.4% on Android and 8.8% on iOS [2] — especially when promoted through short videos [3], which maximises engagement. This makes short video platforms an ideal low-threshold channel for advertising, much cheaper than full-scale campaigns. TikTok, for example, offers the following conditions:

Average TikTok Ads CPM – from \$3.20 to \$10; Average TikTok Ads CPC – from \$0.25 to \$4
Minimal spend per campaign – \$500;

With an average TikTok engagement rate of 2.65%, meaning that almost every 38th person interacts with the ad (through sharing, reacting, or commenting), this is a pretty good result. TikTok, one of the top three platforms alongside YouTube and Instagram, has the most expensive rates but remains a good platform for casual games advertisement, with the youngest audience and good average product engagement metrics.



Instagram users distribution by age [4]



Tiktok users distribution by age [5]

Monetization:

Once the idea is conceived, the game is developed, and advertising is in place, the next step is monetization. The most common monetization strategy for hyper-casual games is in-game advertising (IGA) and services to disable it. Other strategies such as microtransactions or in-game purchases (IAP) are less common because they add time to development and do not make sense in low-quality products aimed at an audience with low purchasing power. However, several reports and studies have shown that a hybrid approach combining IGA and IAP can make hyper-casual games significantly more profitable, even if IAP is not the primary revenue source.

Conclusion:

The thesis declares the way to develop, advertise and monetize hyper-casual games. The genre is appealing due to its simplicity, short sessions, and broad accessibility. Game can be efficiently developed with AI, and promotion works best on short-video platforms like TikTok or YouTube Shorts. Revenue mainly comes from in-game ads, but combining ads with in-app purchases can boost profits, making this a cost-effective and attractive market segment.

REFERENCES:

- [1] E. Paradis, K. Grey, M. C. Tschantz, H. Cao, M. He, and L. Dabbish, "How much does AI impact development speed? An enterprise-based randomized controlled trial," *arXiv*, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2410.12944>
- [2] Liftoff, *2025 Casual Gaming Apps Report*, 2025. [Online]. Available: <https://liftoff.cn/zh-hans/2025-casual-gaming-apps-report/>
- [3] C. Chen, "The Effectiveness and Impact of Short Videos as Advertising," *ResearchGate*, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/387779705_The_Effectiveness_and_Impact_of_Short_Videos_as_Advertising
- [4] Statista, "Distribution of Instagram users worldwide as of April 2024, by age group," [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/325587/instagram-global-age-group/>
- [5] Statista, "Distribution of TikTok users in the United States as of 2023, by age" [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/1095196/tiktok-us-age-gender-reach/>

УДК 004.932:659.1

ОПТИМІЗАЦІЯ СТВОРЕННЯ ВІДЕОРЕКЛАМИ ЗАВДЯКИ ШАБЛОННОМУ ПІДХОДУ В UNITY

КЛЄПЦОВ А.А. (mrlcrosl@gmail.com),
ГУСЕВА-БОЖАТКІНА В.А. (gusevabozh@meta.ua)
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

У роботі розглянуто питання скорочення часу процесу створення маркетингових відеоматеріалів для ігрової індустрії. Запропоновано інструментарій, реалізований на основі рушія Unity, який дозволяє автоматизувати підготовку рекламних креативів. Використання шаблонного підходу знижує потребу у створенні графіки та композитингу з нуля у спеціалізованих програмах. Це надає спеціалістам готовий каркас для роботи, що значно скорочує час виробництва відеореклами, підвищує ефективність маркетингових кампаній і зменшує фінансові витрати на продакшн.

Постановка задачі. Сучасний ринок відеореклами у геймдеві характеризується високими вимогами до швидкості виробництва та різноманітності креативів [1]. Традиційні підходи, що базуються на використанні Blender, After Effects [2] та інших професійних інструментів, потребують значних часових і фінансових ресурсів, оскільки створення роликів відбувається

майже з нуля. Це обмежує можливості невеликих студій та знижує ефективність маркетингових кампаній. Компанії з обмеженим бюджетом, як правило, взагалі не інвестують у складний продакшн і використовують лише прямі записи геймплею, що робить їхню рекламу менш привабливою та менш конкурентоспроможною.

Задачею дослідження є розробка інструментарію на основі рушія Unity, який забезпечить шаблонний підхід до створення рекламних відео. Такий інструмент має скоротити час підготовки роликів, дозволити спеціалістам швидко формувати сценарії, змінювати візуальні елементи (рескінг) та автоматично отримувати готові відеофрагменти для подальшої обробки в системах композитингу.

Вирішені завдання. У межах дослідження було:

- проаналізовано сучасні підходи до створення рекламних відео у геймдеві та їхні недоліки;
- визначено потребу у скороченні часу виробництва роликів та зниженні витрат на підготовку креативів;
- розроблено концепцію інструментарію на базі Unity, орієнтованого на користувачів без глибоких навичок роботи з Blender або After Effects;
- сформовано вимоги до інтерфейсу та функціональності такого інструмента.

Суть дослідження. Запропоноване рішення базується на ідеї використання візуального нодового редактора в середовищі Unity, що дає можливість організувати процес створення відеореклами на основі єдиного шаблонного каркасу. Такий підхід дозволяє автоматизувати значну частину роботи, мінімізувати витрати часу на повторювані операції та підвищити продуктивність розробників і дизайнерів. Сутність методу полягає в тому, що замість традиційного покадрового програмування або ручного редизайну рекламних сцен використовується заздалегідь підготовлена архітектура, у межах якої користувач може змінювати конфігурацію елементів та їхні візуальні характеристики.

Для демонстрації функціональних можливостей системи розглядається приклад гри Солітер класік. У процесі створення рекламного сценарію користувач має змогу змінювати зовнішній вигляд карт завдяки заміні текстур, шрифтів або кольорових палітр, а також визначати спосіб їхнього розташування на сцені. На рис. 1 показано приклад налаштованого візуального стилю карт. Варто зауважити, що конфігурація на рисунку обрізана, і має набагато більше пунктів налаштувань.

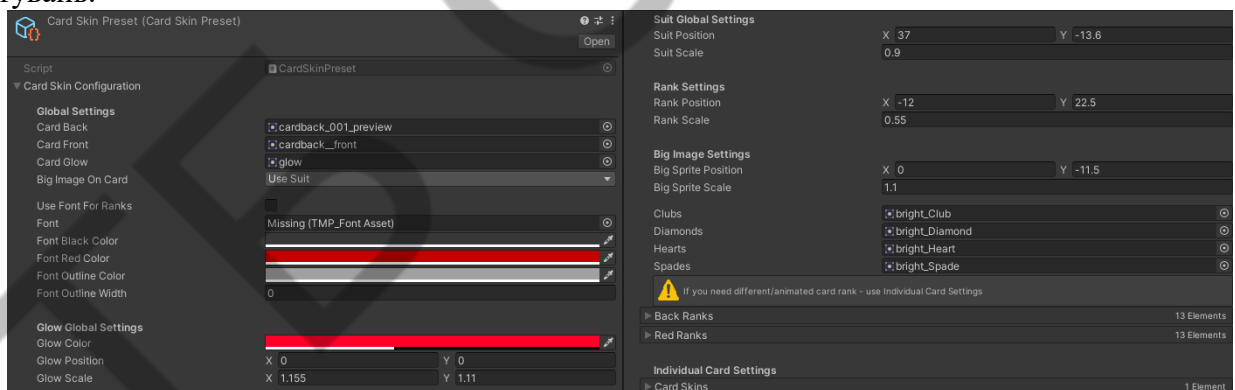


Рисунок 1 – Конфігурація візуального стилю карт

Особливу увагу приділено генерації сценаріїв за допомогою алгоритмів, що працюють із початковим значенням (сідами). Це забезпечує відтворюваність результатів і дає змогу швидко отримувати нові варіанти сценаріїв без ручного втручання. Водночас система не обмежується автоматичною генерацією: користувач може самостійно визначати початковий стан, створюючи унікальні конфігурації, що особливо корисно при підготовці рекламних матеріалів для різних цільових аудиторій. На рис. 2 представлено команду, яка відповідає за генерацію сценарію.

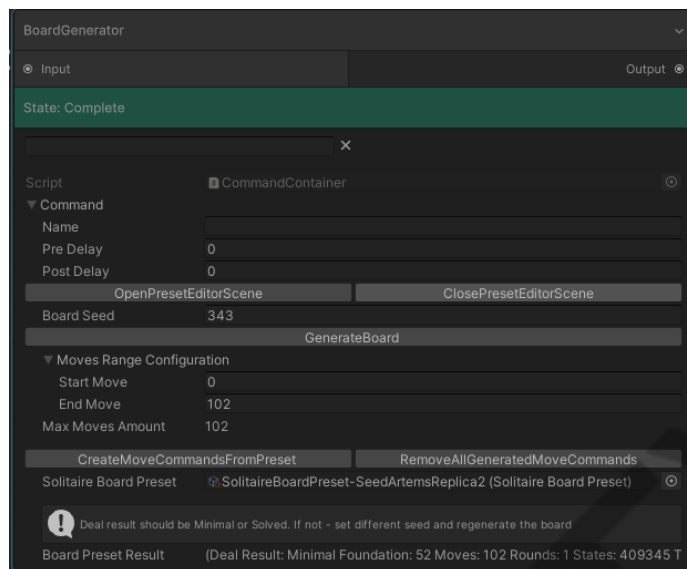


Рисунок 2 – Нода генерації сценаріїв

Подальше формування сценарію реалізується шляхом побудови послідовності нодових елементів, кожен з яких описує певну дію чи подію. Це можуть бути переміщення карт у просторі, встановлення затримок і таймінгів між діями, додавання простих анімаційних ефектів. Система дозволяє оптимізувати процес за рахунок свідомого ігнорування другорядних візуальних елементів, які не впливають на логіку сценарію, але потребують значних ресурсів для обробки. Завдяки цьому досягається скорочення часу на попередній етап виробництва. Остаточна обробка матеріалів виконується у спеціалізованому середовищі Adobe After Effects, де додаються візуальні ефекти, переходи та графічні елементи, що формують завершений рекламний ролик високої якості.

Особливе значення у реалізації системи має використання Unity UI Toolkit [3], що надає сучасні засоби для створення гнучких та адаптивних інтерфейсів. Завдяки цьому інструменту розроблений редактор відзначається інтуїтивною зрозумілістю та зручністю у використанні, що робить його придатним не лише для програмістів, але й для спеціалістів з реклами та дизайнерів, які можуть працювати з готовими шаблонами без потреби у поглиблених технічних знаннях. Такий підхід сприяє інтеграції методів комп'ютерної графіки та маркетингових практик у межах єдиного середовища розробки й забезпечує практичну основу для створення та модифікації рекламних сценаріїв. Це дозволяє ефективно організувати процес формування відеореклами, підтримуючи як автоматизоване генерування сценаріїв на основі сідів, так і ручне налаштування композицій. На рис. 3 наведено приклад інтерфейсу системи, що програє вже налаштований сценарій гри у солітер класік.

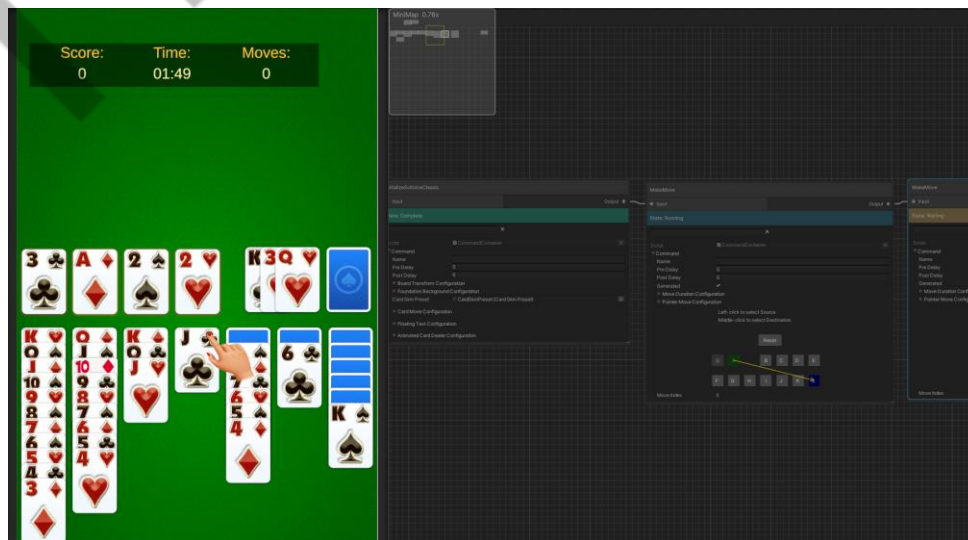


Рисунок 3 – Демонстрація налаштованого сценарію солітеру

Висновки. Запропонований підхід демонструє можливість скорочення часу та ресурсів, необхідних для виробництва маркетингових відео у геймдеві. Розроблений інструмент дозволяє навіть невеликим студіям з обмеженим бюджетом створювати якісні рекламні матеріали без потреби у дорогому та тривалому 3D-продакшні. Це підвищує конкурентоспроможність продуктів на ринку, оптимізує роботу маркетингових команд і забезпечує швидшу адаптацію рекламних стратегій до вимог сучасних платформ.

Водночас серед недоліків варто відзначити обмежений початковий функціонал інструментарію та потребу у його розширенні «на ходу». Оскільки різні версії однієї гри (наприклад, різновиди Солітеру) можуть мати відмінні механіки, програмісту необхідно інтегрувати додаткові модулі для відображення специфічних сценаріїв. Це ускладнює процес масштабування, однак не нівелює переваг базового підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] AppAgent. How to Create Great Video Ads for Mobile Apps [Електронний ресурс]. – AppAgent Blog, 17.04.2024. – Режим доступу: <https://appagent.com/blog/how-to-create-great-video-ads-for-mobile-apps/> (дата звернення: 26.08.2025).
- [2] Designity. After Effects vs. Blender: Which Is Better for Motion Graphics in 2025? [Електронний ресурс]. – Designity Blog, 02.05.2025. – Режим доступу: <https://www.designity.com/blog/after-effects-vs-blender-which-is-better-for-motion-graphics-in-2025> (дата звернення: 26.08.2025).
- [3] Unity Technologies. UI Toolkit [Електронний ресурс]. – Unity.com, 2025. – Режим доступу: <https://unity.com/features/ui-toolkit> (дата звернення: 26.08.2025).

УДК 159.923.2:004.8:794

РИНОК ПРОДАЖУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР В УКРАЇНІ: АНАЛІТИКА, ТРЕНДИ, ПЕРСПЕКТИВИ

КОСТЕНКО А. В. (angellkostenko@gmail.com), РОМАНЮК О. Н.
Вінницький Національний Технічний Університет

Україна за останні два десятиліття поступово перетворилася на один із важливих осередків розробки комп'ютерних ігор у Східній Європі. Український ринок та локальні розробники демонструють високий рівень конкурентоспроможності. Особливістю українського геймдеву є синергія високої технічної підготовки спеціалістів із творчим підходом і культурною ідентичністю, що відображається у багатьох проєктах. Український ринок комп'ютерних ігор зберігає тенденцію до значної стабільності та виняткової адаптивності, незважаючи на складні економічні та геополітичні виклики останніх років. Спостерігається ріст локального геймдеву, який продукує інноваційні та конкурентоспроможні продукти, завойовуючи як українського, так і міжнародного гравця. Паралельно з цим, відзначається динамічне зростання попиту на високопродуктивну ігрову техніку - від новітніх відеокарт і процесорів до спеціалізованих геймерських периферійних пристроїв - а також на різноманітний ігровий контент, включаючи преміум-ігри, підписки на сервіси та внутрішньоігрові покупки [1].

Розвиток кіберспортивної інфраструктури та зростання популярності стрімінгових платформ також додають ринку нового імпульсу. Перші спроби створення комп'ютерних ігор в Україні сягають 1990-х років. Однією з найвідоміших ранніх компаній стала GSC Game World, заснована Сергієм Григоровичем у 1995 році [2]. Саме ця студія випустила одну з найуспішніших українських ігор - Козаки: Європейські війни (2001), що здобула популярність у Європі та Азії. Було засвідчено, що Україна здатна конкурувати на міжнародному ринку. Подальший розвиток пов'язаний із виходом культової серії S.T.A.L.K.E.R. [3], яка поєднала атмосферу постапокаліпсису з українським колоритом, та стала символом українського геймдеву. У 2006 році на світовий ринок вийшла студія 4A Games, заснована колишніми співробітниками GSC. Вони розробили серію ігор Metro 2033, засновану на романі Дмитра Глуховського [4]. Ігри серії Metro

здобули міжнародне визнання завдяки реалістичній графіці, цікавому сюжету та унікальній атмосфері виживання в умовах постапокаліпсису.

Наразі український ринок комп'ютерних ігор є невід'ємною частиною світової гейм-індустрії. Його розвиток тісно пов'язаний із глобальними тенденціями, особливо з успіхами великих платформ та виходом очікуваних релізів. У 2024 році платформа Steam досягла рекордних показників зростання доходів та кількості користувачів, що прямо впливає на український сегмент, оскільки значна частина українських геймерів активно використовує цю платформу [5]. Українські гравці демонструють високу активність не тільки на Steam, але й на локальних торгових майданчиках. Крім того, зростає популярність консолей. Глобальні релізи 2025 року, зокрема GTA 6, Assassin's Creed: Shadows та Civilization VII, відіграватимуть ключову роль у стимулюванні інтересу. У 2025 році спостерігається підвищений інтерес до RPG, стратегій та екшенів, що пропонують не просто розвагу, а глибокий сюжет, складну механіку та якісну графіку.

Геймери шукають занурення у складні світи, де їхні вибори мають значення, а наративи є багатогранними. Ігри Baldur's Gate 3, Starfield, Dune: Spice Wars - приклади цього тренду. Це стимулює українських розробників зосереджуватися на сюжетах і культурному контексті. Стрімко зростає популярність кооперативних і змагальних режимів (Destiny 2, Helldivers 2, CS2, Dota 2, Valorant), що лежать в основі кіберспорту. Суттєву роль відіграють ігри-сервіси (GaaS), зокрема Fortnite, Apex Legends, Genshin Impact, які оновлюються і стимулюють внутрішньоігрові покупки [6].

Кіберспорт в Україні, попри виклики, залучає молодь та інвесторів. Стрімінг ігрового контенту теж розвивається, а стрімери впливають на формування попиту. У порівнянні з ЄС, в Україні спостерігаються схожі жанрові переваги, хоча розвиток стримується інфраструктурними особливостями. Водночас Україна - визнаний центр розробки, де працюють студії GSC Game World, 4A Games, Frogwares, Wargaming Kyiv, Room 8 Studio, Kevuru Games, Plarium, які не лише створюють власні ігри, а й беруть участь в аутсорсингових проєктах світового рівня [7].

2025 рік обіцяє бути багатим на релізи українських студій - як продовжень франшиз, так і нових інді-проєктів. Інді-екосистема зростає завдяки підтримці локальних ініціатив і міжнародній співпраці.

Окрему увагу слід приділити структурі продажів комп'ютерних ігор в Україні. Станом на 2025 рік понад 90% продажів відбувається через цифрові платформи - Steam, Epic Games Store, GOG, PlayStation Store, Xbox Store, Nintendo eShop. Зростає популярність підписних сервісів - Xbox Game Pass, PS Plus Extra - та моделі GaaS. Аналітики Newzoo оцінюють український ринок на рівні понад 300 млн дол. США [1]. Попит на преміум-ігри, підписки й внутрішньоігрові покупки формує складний споживчий профіль, подібний до країн ЄС. Водночас існують стримуючі фактори: економіка, платіжні обмеження, інфраструктура.

Підсумовуючи, український ринок комп'ютерних ігор 2025 року - це динамічна екосистема з високим творчим та економічним потенціалом. Завдяки таланту розробників, активності геймерів та інтеграції у глобальні процеси, Україна може закріпити лідерські позиції у світовій ігровій індустрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Newzoo, "Global Games Market Report," 2023. [Online]. Available: <https://newzoo.com/>
- [2] Dev.ua, "Історія GSC Game World та серії Козаки," 2022. [Online]. Available: <https://dev.ua/>
- [3] GSC Game World, "Official website S.T.A.L.K.E.R. 2," 2024. [Online]. Available: <https://www.stalker2.com/>
- [4] Game Developer, "4A Games and the Metro franchise," 2022. [Online]. Available: <https://www.gamedeveloper.com/>
- [5] Steamworks, "Indie game publishing opportunities," 2023. [Online]. Available: <https://partner.steamgames.com/>
- [6] ESA, "Essential Facts About the Computer and Video Game Industry," 2023. [Online]. Available: <https://www.theesa.com/>
- [7] Forbes Ukraine, "Топ-10 українських ігрових студій," 2023. [Online]. Available: <https://forbes.ua/>

СОЦІАЛЬНІ МЕРЕЖІ І ГЕЙМИФІКАЦІЯ У ФОРМУВАННІ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО КЛІМАТУ В ОРГАНІЗАЦІЇ

КРАВЧУК О.І. (oksana.kravchuk@kneu.edu.ua), МАЛИШЕВА П.А.
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Розглянуто вплив соціальних мереж і геймифікації на формування соціально-психологічного клімату в організації. Обґрунтовано, що цифрові комунікаційні платформи стають важливим чинником розвитку довіри, згуртованості та командної взаємодії. Геймифікація розглядається як механізм стимулювання залученості, підвищення мотивації та формування позитивного емоційного середовища. Показано, що поєднання соціальних мереж і геймифікації дозволяє підвищити інноваційність, знизити плинність кадрів, зміцнити корпоративну культуру та створити сприятливий клімат для розвитку персоналу в умовах цифрової трансформації бізнесу.

У цифрову добу соціально-психологічний клімат (СПК) в організації дедалі більше залежить від використання цифрових інструментів комунікації, інтеграції інноваційних практик та адаптації до динамічного середовища бізнесу. Соціальні мережі та геймифікації, що спочатку розвивалися як окремі напрями цифрових комунікацій та маркетингу, сьогодні перетворюються на системні HR-технології, які безпосередньо впливають на психологічну атмосферу колективу, рівень довіри, емоційну згуртованість і задоволеність працею. В умовах зростання частки дистанційної та гібридної зайнятості, а також мультикультурності команд ці інструменти стають ключовими для підтримки стабільного функціонування організаційного середовища.

Постановка проблеми полягає в тому, що традиційні методи управління соціально-психологічним кліматом втрачають ефективність у цифровому середовищі. Відсутність живої комунікації у віддалених і гібридних форматах, ризики емоційної ізоляції та зростання рівня професійного вигорання зумовлюють потребу у пошуку нових інструментів підтримки довіри й згуртованості. Соціальні мережі та геймифікація розглядаються як інноваційні засоби, здатні компенсувати ці ризики та забезпечити розвиток сприятливого СПК.

У процесі дослідження було поставлено такі завдання: по-перше, проаналізувати сучасні підходи до визначення СПК та його чинників; по-друге, визначити роль соціальних мереж у розвитку клімату довіри та психологічної безпеки; по-третє, дослідити вплив геймифікації на мотивацію, залученість та згуртованість працівників; по-четверте, узагальнити практики використання цих інструментів у вітчизняних та зарубіжних організаціях.

Для наочності узагальнимо зміни у характеристиках СПК під впливом цифрових інструментів (табл. 1). Цифрові інструменти не лише компенсують слабкі сторони традиційних методів, а й формують нові механізми довіри, згуртованості та мотивації.

Таблиця 1 – Зміни у СПК від впровадження цифрових інструментів

Характеристика СПК	Традиційні методи	Соціальні мережі й геймифікація
Довіра	Залежить від особистих контактів	Підкріплюється онлайн-зворотним зв'язком і відкритістю
Згуртованість	Формується у колективах із фізичною присутністю	Підтримується у гібридних і дистанційних командах
Мотивація	Переважно матеріальна	Підсилюється нематеріальними цифровими стимулами

Джерело: узагальнено авторами на основі [1]

Соціальні мережі відіграють подвійну роль. З одного боку, вони є каналом зовнішньої репрезентації роботодавця, формуючи його імідж і впливаючи на сприйняття бренду на ринку праці. З іншого боку, внутрішні корпоративні соціальні мережі (Workplace, Yammer, Teams, Slack тощо) створюють нові умови для розвитку горизонтальної комунікації, яка зменшує дистанцію

між керівництвом та працівниками і дозволяє формувати більш демократичне середовище. Саме цифрові мережі забезпечують швидкий обмін інформацією, організацію зворотного зв'язку, поширення цінностей і норм організації, що безпосередньо впливає на стан довіри та емоційної безпеки. СПК можна діагностувати через HR-метрики активності у корпоративних мережах: частоту взаємодій, кількість проявів визнання колегами, рівень залученості у внутрішніх проєктах [1]. Це доводить, що соціальні мережі вже не є лише допоміжним інструментом, а виступають структурним елементом системи управління кліматом. Для узагальнення впливу соціальних мереж і гейміфікації, здійснено їхнє порівняння у рис.1. Соціальні мережі створюють простір взаємодії та підтримки, а гейміфікація наповнює його емоційним і мотиваційним змістом. У поєднанні вони посилюють один одного.

Соціальні мережі	Гейміфікація
• Основний ефект - розвиток довіри та горизонтальних зв'язків • Приклади проявів - визнання колегами, обмін знаннями, прозорість комунікацій	• Основний ефект - підвищення мотивації та емоційної включеності • Приклади проявів - рейтинги, бейджі, внутрішні челенджі

Рисунок 1 – Порівняння впливу соціальних мереж і гейміфікації на СПК

Джерело: побудовано авторами

Психологічний ефект використання корпоративних мереж полягає у формуванні простору для соціалізації, де працівники можуть не лише обмінюватися інформацією, а й проявляти емоційну підтримку. Інклюзивний клімат у цифрових мережах підвищує рівень ідентифікації працівників з організацією. Учасники колективу почуваються більш цінними та захищеними, коли їхня думка враховується в обговореннях, а досягнення відзначаються у відкритому цифровому просторі [2]. Такий ефект неможливо досягти виключно за допомогою традиційних методів управління, що підкреслює унікальну роль соціальних мереж у сучасному менеджменті.

Гейміфікації як інструмент управління мотивацією працівників трансформується з маркетингового інструменту в ефективний механізм формування СПК. Її застосування у HR-практиках дозволяє створювати нову модель мотивації, яка поєднує емоційний інтерес, елемент змагання та соціальне визнання. Використання гейміфікації формує «позитивно енергізовані» організаційні відносини, де конкуренція не руйнує клімат, а стимулює розвиток довіри й підтримки [3]. Ігрові елементи у внутрішніх системах управління персоналом (бейджі, рейтинги, квести, віртуальні винагороди) дозволяють візуалізувати досягнення та роблять внесок кожного працівника у спільну справу більш відчутним. Це не лише підвищує мотивацію, але й створює атмосферу рівних можливостей, оскільки оцінювання відбувається на основі прозорих критеріїв.

У практиці гейміфікація все частіше використовується для підтримки командної згуртованості та зменшення рівня плинності кадрів. Так, у сфері ІТ-послуг популярними стають внутрішні гейміфіковані системи навчання, де співробітники отримують бали й нагороди за проходження курсів і внесок у проєкти. У промисловості та сфері послуг успішно застосовуються челенджі з підвищення якості обслуговування, які стимулюють командну роботу та одночасно знижують психологічну напруженість. Дослідження Deloitte [4] підтверджують, що компанії, які інтегрують гейміфікацію в системи управління кліматом, демонструють більш високі показники задоволеності працівників, а також значно рідше стикаються з проблемою вигорання персоналу.

Соціальні мережі й гейміфікація взаємодоповнюють одна одну. Корпоративні мережі виступають платформою для реалізації ігрових механізмів: внутрішніх турнірів, конкурсів, квестів, які підтримують не лише професійну активність, але й соціальну згуртованість. Водночас гейміфікація надає соціальним мережам додатковий вимір — від простору комунікації до інтерактивного середовища розвитку та співпраці. Особливо ефективними є гейміфіковані комунікаційні платформи у мультикультурних та гібридних колективах, де такі практики допомагають долати бар'єри дистанції, культурних відмінностей і знижувати відчуження працівників [5].

Важливо зазначити, що обидва інструменти не лише змінюють формат управління кліматом, а й підсилюють розвиток організаційної культури. Соціальні мережі створюють основу для формування культури відкритості й прозорості, у той час як гейміфікація дозволяє наповнювати цю культуру позитивними емоціями й мотиваційними стимулами. Таким чином формується новий тип соціально-психологічного клімату — цифровий клімат, для якого характерне поєднання емоційної безпеки, соціальної підтримки та цифрової залученості.

Розширення використання цифрових технологій у сфері управління кліматом пов'язане також із поширенням програм добробуту. Підприємства, які впроваджують такі програми через соціальні мережі та гейміфіковані платформи, досягають значних результатів у формуванні довіри, зниженні рівня стресу та зміцненні психологічної стійкості персоналу. Психологічна безпека є основою довгострокової стійкості організацій і сприяє створенню середовища, де працівники готові інновацій у трансформаційних процесах.

Водночас ефективність застосування соціальних мереж і гейміфікації залежить від рівня управлінської культури та готовності організації до цифрової трансформації. Недостатній контроль за використанням корпоративних мереж може призводити до інформаційного перевантаження, а надмірна комерціалізація ігрових механізмів — до зниження мотиваційного ефекту. Тому важливим завданням для сучасних менеджерів є формування збалансованої політики використання цифрових інструментів у поєднанні з етичними стандартами, культурою підтримки та орієнтацією на розвиток персоналу.

У результаті проведеного дослідження сформульовано такі висновки: по-перше, соціальні мережі є ключовим чинником створення клімату довіри, відкритості та інклюзивності; по-друге, гейміфікація виступає дієвим інструментом підвищення мотивації та зменшення емоційного напруження; по-третє, їхнє поєднання забезпечує синергетичний ефект, що дозволяє сформувати стійкий та позитивний соціально-психологічний клімат; по-четверте, впровадження цих інструментів повинно супроводжуватися розвитком управлінської культури, етичних стандартів і політик підтримки добробуту персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] I. O. Varic, O. I. Krawchuk та B. Ю. Коновалова, “Формування та оптимізація соціально-психологічного клімату в колективі організації”, *Зб. наук. пр. Ум. нац. ун-ту садівництва*, т. 2, № 104, с. 61–73, 2024. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-2-61-73>.
- [2] B. G. Chung, L. M. Shore, J. P. Wiegand, and J. Xu, “The effects of inclusive psychological climate, leader inclusion, and workgroup inclusion on trust and organizational identification,” *Equal., Diversity Inclusion: Int. J.*, Aug. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1108/edi-08-2023-0278>.
- [3] N. Mohammadpourlima, M. Nygård, and M. P. Heris, “Leveraging gamification to strengthen social resilience and climate resilience,” in *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer Nat. Switz., 2025, pp. 413–427. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-031-97576-9_28.
- [4] Deloitte. “Дослідження Deloitte 2025 Global Human Capital Trends має на меті допомогти керівникам компаній адаптуватися до викликів робочого середовища”. Deloitte Ukraine. [Онлайн]. Доступно: <https://www.deloitte.com/ua/uk/about/press-room/human-capital-trends-2025.html>.
- [5] J. Imutan, “Leading the way: The challenge of managing diverse teams in a hybrid work environment”, *Medium*, 2024. Дата звернення: 28 квіт. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://jordanimutan.medium.com/leading-the-way-the-challenge-of-managing-diverse-teams-in-a-hybrid-work-environment-d431fac3b99d>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗРОБКИ ТА МАРКЕТИНГУ ВІДЕОІГОР

МІРОНИК М.В. (nm6023648@gmail.com), ХОХЛОВ В.А. (xvadima@ukr.net)

Херсонський національний технічний університет

У роботі досліджуються особливості розробки та маркетингу відеоігор, зокрема їх відмінностей від традиційного програмного забезпечення. Розглядаються гнучкі методології розробки, роль геймдизайну та креативної складової у формуванні унікального користувацького досвіду. Акцент зроблено на важливості маркетингу, репутації студій та впливі зворотного зв'язку від гравців на розвиток продукту. Окремо аналізується специфіка піратства в ігровій індустрії та його двоякий вплив на популярність та фінансові результати.

Ігрова індустрія є унікальною сферою програмної розробки, яка суттєво відрізняється від традиційних підходів до створення програмного забезпечення. Якщо корпоративні системи, веб-додатки чи інформаційні платформи мають головною метою виконання чітко визначених бізнес-функцій, то відеоігри орієнтовані на створення емоційного досвіду, занурення користувача у віртуальний світ і задоволення його потреб у розвагах, змаганні чи навіть самовираженні.

Гра завжди виходить за межі суто технічного інструмента - вона є культурним продуктом, який поєднує мистецтво, технологію та психологію. Це означає, що процес розробки ігор не можна зводити лише до написання коду чи проектування архітектури: він включає тісну співпрацю програмістів, художників, сценаристів, дизайнерів, музикантів, тестувальників і маркетингологів, що створюють комплексний продукт, здатний викликати у користувача емоційний відгук. На відміну від традиційного програмного забезпечення, де успіх вимірюється насамперед показниками продуктивності, безпеки та стабільності, у випадку ігор основними критеріями стають рівень залучення гравця, тривалість його інтересу та здатність продукту створювати унікальний користувацький досвід.

Саме тому розробка ігор вимагає особливих методологій, які поєднують технічну дисципліну з креативністю, постійним тестуванням гіпотез і швидкою адаптацією до змін ринку та смаків геймерів.

Однією з найбільш виражених характеристик геймдеву є висока гнучкість методологій розробки. Якщо у сфері класичних ІТ-рішень вимоги формуються на початковому етапі і залишаються відносно стабільними протягом усього життєвого циклу продукту, то в ігровій індустрії вимоги часто змінюються навіть після офіційного релізу.

Гра - це живий продукт, який еволюціонує у відповідь на реакцію гравців, появу нових трендів або дії конкурентів. Це обумовлює постійну необхідність у швидкому прототипуванні, тестуванні нових механік, випуску оновлень і внесенні правок у вже готовий контент. В ігровій сфері набули особливого поширення практики Agile та CI/CD, адже вони дозволяють безперервно інтегрувати зміни, швидко реагувати на відгуки користувачів та оперативно усувати недоліки.

Для розробників ігор гнучкість означає не лише технічну здатність швидко випускати патчі, а й готовність команди адаптуватися до нових умов - змінювати баланс ігрових механік, вводити нові режими гри, розширювати сюжет або навіть переосмислювати початкову концепцію. Це кардинально відрізняє ігри від більшості традиційних програмних продуктів, які після запуску зберігають стабільність і потребують лише технічного обслуговування.

Геймдизайн є серцевиною ігрової розробки, адже саме він визначає концепцію, механіки та стиль взаємодії з користувачем. Якщо програмування відповідає за технічну реалізацію, то геймдизайнер формує емоційний і змістовний каркас продукту. Креативна складова тут не менш важлива за технології: інноваційна ідея чи унікальний стиль можуть стати вирішальними факторами успіху. При цьому дизайн постійно перевіряється на практиці - ідеї тестуються, аналізується реакція гравців, коригуються механіки. Баланс між творчістю та даними дозволяє створювати проекти, що одночасно залишаються оригінальними і відповідають очікуванням аудиторії.

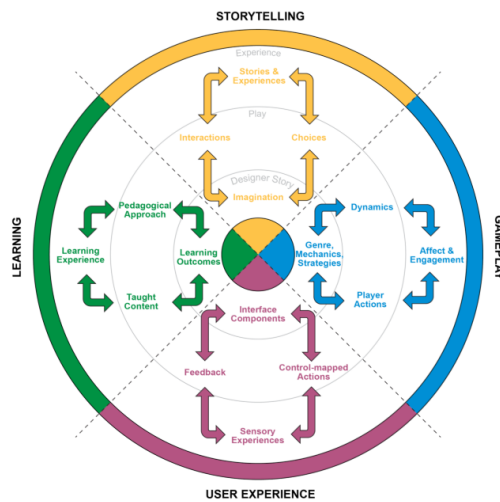


Рисунок 1. Декомпозиція відеоігор на основні складові

Маркетинг в ігровій індустрії має свої особливості, адже на відміну від класичних сфер бізнесу, тут продажі напряму залежать від емоційної зацікавленості та реакції спільноти. Реклама гри не може обмежуватися лише демонстрацією функціональних можливостей - головним завданням стає створення образу, який приваблює і формує у гравця бажання стати частиною певного світу. Для цього активно використовуються трейлери, стрімінгові платформи, соціальні мережі та співпраця з інфлюенсерами. Наприклад, популяризація інді-гри *Among Us* відбулася завдяки стрімам на Twitch і YouTube, хоча на старті вона мала обмежену аудиторію. Подібно до цього, успіх *Minecraft* значною мірою зумовлений активністю фанатської спільноти та користувацьким контентом, що поширювався у мережі.

Особливу роль у маркетингу відіграє **репутація** розробника або студії. Якщо у сфері корпоративних систем невдоволення клієнта може залишитися локальним і не вплинути на подальші контракти, то у геймдеві негативні відгуки швидко стають публічними й формують загальне ставлення до бренду. Провальний реліз може суттєво знизити шанси на успіх наступних проєктів. Прикладом є студія CD Projekt RED, яка після виходу *Cyberpunk 2077* зіткнулася з критикою через технічні проблеми - попри високі продажі, довіра геймерів була підірвана, і компанія змушена була докладати значних зусиль, щоб відновити репутацію. Успішні студії, навпаки, здобувають лояльність гравців, яка забезпечує високий рівень продажів ще до виходу нових ігор - як це відбувається, наприклад, із Nintendo чи FromSoftware.

Піратство в геймдеві має особливий характер, адже воно не лише завдає фінансових збитків, а й іноді парадоксально сприяє популяризації гри. Для невеликих студій це може стати катастрофою - очікувані прибутки не надходять, і команда ризикує закритися. Водночас траплялися випадки, коли саме піратські копії робили гру відомою у регіонах, де легальна дистрибуція була обмеженою, і з часом це стимулювало офіційні продажі.

Виробники відповідають різними способами: від жорстких DRM-систем, які нерідко викликають невдоволення самих покупців, до творчих підходів. Наприклад, у *Game Dev Tycoon* піратська версія гри спеціально отримувала «баг», через який ігрові студії гравців розорялися від піратства, демонструючи проблему зсередини. Така подвійність робить тему піратства в ігровій сфері більш комплексною, ніж у багатьох інших сегментах ІТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J. Kaczmarek, "Is it time for a crisis of trust? Case of CD PROJEKT RED game development studio and their masterpiece – *Cyberpunk 2077* premiere," ResearchGate, 2023. Available: https://www.researchgate.net/publication/369645699_Is_it_time_for_a_crisis_of_trust_case_of_CD_PROJEKT_RED_game_development_studio_and_their_masterpiece_-Cyberpunk_2077_premiere
2. "The True Cost of Game Piracy: 20% of Revenue, According To a New Study," Slashdot Games, Oct. 10, 2024. Available: <https://games.slashdot.org/story/24/10/10/1846211/the-true-cost-of-game-piracy-20-of-revenue-according-to-a-new-study>

3. "The Power of Player Feedback: Why Listening to Your Community Is Key to Game Development Success," Go Testify Resources, 2024. Available: <https://www.gotestify.com/resources/the-power-of-player-feedback-why-listening-to-your-community-is-key-to-game-development-success>
4. "How to Collect and Use Player Feedback Effectively for Game Improvement," The Game Marketer Insights, 2024. Available: <https://thegamemarketer.com/insight-posts/how-to-collect-and-use-player-feedback-effectively-for-game-improvement>
5. K. Borowiecki and M. Prieto-Rodriguez, "Video games and piracy: Evidence from two studies," Institute for Structural Research (IBS), Working Paper, Mar. 2020. Available: <https://ibs.org.pl/app/uploads/2020/03/Summary-presenation.pdf>

УДК 659.1:339.138

ІГРОВА ІНДУСТРІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОГО МАРКЕТИНГУ І РЕКЛАМИ

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com),

МАЛІЙ В.А. (fantomskin000@gmail.com), ЛЕСЬКО О.Й.

Вінницький національний технічний університет

Проаналізовано сучасні стратегії маркетингу та реклами у геймдеві. Підкреслюється значення гейміфікації як засобу залучення та утримання аудиторії. Описано типи рекламних інтеграцій у відеоіграх, включаючи статичну та динамічну рекламу, спонсорський контент, продукт-плейсмент і advergame. Окремо висвітлено перспективи кіберспорту для бренд-комунікації.

Світова ігрова індустрія демонструє стрімке зростання, а отже, зростає і зацікавленість брендів у використанні відеоігор як каналу комунікації. Сучасні відеоігри — це не лише розвага, але й високотехнологічний медіапростір з багатомільйонною аудиторією, що активно взаємодіє з контентом. У цьому контексті геймдев відкриває нові горизонти для рекламодавців: завдяки високому рівню залучення гравців, бренди мають змогу формувати емоційний зв'язок із аудиторією [1].

Гейміфікація — це інтеграція ігрових механік у неігрові процеси, яка в маркетингу стала дієвим інструментом впливу на споживача. Вона дозволяє залучити увагу цільової аудиторії, підвищити її мотивацію, сформувати звичку або стимулювати бажану поведінку. Серед ключових переваг гейміфікації: підвищення впізнаваності бренду. Завдяки інтерактивності та залученню, гейміфіковані кампанії мають високу вірусність [2]. За допомогою ігор можна пояснити технічні характеристики або унікальні переваги продукту. Гейміфікація дозволяє уникнути агресивного просування, пропонуючи замість цього захопливий досвід. Такі механіки застосовуються як у web-кампаніях, так і у мобільних застосунках, соціальних мережах або корпоративних порталах.

У відеоіграх можна реалізувати декілька типів реклами. Перше — статична реклама. Цей тип реклами інтегрується на етапі розробки гри. Наприклад, рекламні білборди на вулицях віртуального міста або брендові постери в інтер'єрах. Така реклама не змінюється після релізу гри. Вона є частиною ландшафту, а не взаємодійного досвіду, але дозволяє забезпечити високий рівень впізнаваності [2]. Друге — динамічна реклама. Цей формат змінюється в реальному часі і може оновлюватися на сервері. Наприклад, банери, які змінюються щотижня або з прив'язкою до подій. Такі рішення дозволяють проводити ротацію креативів та адаптувати рекламу до поточних маркетингових кампаній [3]. Третє — спонсорський контент. Це глибша форма співпраці, де бренд стає частиною геймплею. Наприклад, одяг персонажів з логотипами компаній або сюжетні лінії, пов'язані з просуванням продуктів. Це створює додаткову цінність для гравця й формує позитивне сприйняття бренду [3]. Четверте — продукт-плейсмент. Продукт інтегрується у віртуальний світ і взаємодіє з персонажем. Наприклад, гравець може використовувати реальні брендові автомобілі, напої або гаджети. Це дозволяє досягти високого рівня залучення, оскільки гравець самостійно взаємодіє з продуктом [2]. П'яте — advergame. Це гра, яка створена спеціально для просування

бренду. Наприклад, мобільні ігри для запуску нового продукту чи акцій. Це ефективний інструмент для формування емоційної прихильності до бренду через позитивний ігровий досвід [1].

Кіберспорт розвивається не лише як дисципліна, а й як інструмент маркетингу. Участь брендів у кіберспортивних турнірах дає змогу створити брендовані локації як в грі, так і на місці подій. Розміщувати відеорекламу в трансляціях. Формувати власні команди або гільдії, які носитимуть брендовану форму. Спонсорувати турніри або окремі номінації, таким чином підвищуючи впізнаваність серед молодіжної аудиторії. Завдяки високій емоційній залученості глядачів і учасників, кіберспорт забезпечує високу ефективність рекламної комунікації.

Рекламна інтеграція в ігри вимагає уважного підходу до балансу між маркетингом і геймплеєм. Надмірна або нав'язлива реклама може викликати негативне ставлення з боку гравців. Тому брендам важливо враховувати специфіку ігрового жанру, психографічні характеристики цільової аудиторії, потребу у нативності та делікатності подачі. Крім того, необхідно дотримуватися етичних принципів та уникати маніпуляцій, особливо якщо йдеться про рекламу в іграх для дітей.

Таким чином. Ігровий простір стає потужним інструментом маркетингу, що дозволяє досягти глибокої емоційної залученості аудиторії. Завдяки інтерактивним механікам, гейміфікації, різним форматам рекламної інтеграції та кіберспорту, бренди можуть формувати довготривалі зв'язки з клієнтами. Однак ефективність таких стратегій залежить від делікатності впровадження, персоналізації контенту та відповідності очікуванням гравців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] "Маркетинг в геймдеві: перспективи та кейси," UA Geek Media. [Online]. Available: <https://uageek.media/article/5090/>
- [2] "Реклама в іграх: можливості, формати та ефективні стратегії для брендів," UAMASTER Blog. [Online]. Available: <https://blog.uamaster.com/reklama-v-igrah-mozhlyvosti-formaty-ta-efektyvni-strategiyi-dlya-brendiv/>
- [3] "Рекламні можливості в геймдеві — чи варто брендам вкладатися в ігри?" Sostav.ru. [Online]. Available: <https://www.sostav.ru/publication/reklamnye-vozmozhnosti-v-gejmdeve-stoit-li-brendam-vkladyvatsya-v-igry-i-kak-sdelat-vs-gramotno-70039.html>

UDC 004.93'1:336.74

FORECASTING DEMAND FOR TOURIST SERVICES BY TRAVEL AGENCY INFORMATION SYSTEM

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net), KHUSAINOV MYKITA
(mykyta.khusainov@hneu.net)

Kharkiv national economic university named after Semen Kuznets

The purpose of the research is to develop a business model that allows you to automate the process of accounting, analyzing and forecasting demand for tourist services in the information system of a travel agency. The object of the research is the information system of a travel agency. The subject of the research is a web application for accounting for client requests and generating statistical reports. The research method is structural-object modeling using CASE tools. An analysis of the subject area was performed, requirements for the functionality of the system were determined, use case diagrams were constructed and a database model was developed, a web application was implemented based on the "client-server" architecture using the Django, PostgreSQL, HTML/CSS and JavaScript technology stack. The application allows you to register user requests, store data on destinations and categories of tourist services, perform query filtering, generate reports, and also provides multi-level authorization for users of different roles.

Statement of the problem.

The sphere of tourist services is rapidly transforming under the influence of computerization of all branches of the national economy, covering both the processes of service promotion and internal data management, including demand accounting. In traditional practice, managers of tourist companies record customer requests and interests manually or using primitive spreadsheets, which makes it impossible to conduct an operational analysis of trends and form strategic information for making management decisions.

In conditions of increasing competition in the market, the need to create specialized systems that automate demand accounting processes is extremely urgent. Tourist demand is characterized by a complex nature that depends on many variables, namely:

- seasonality; political stability;
- economic situation;
- infrastructure accessibility of destinations;
- weather conditions; local events;
- cultural holidays, epidemiological risks, etc.

A system that would take into account all these parameters and allow tracking changes in demand over time would significantly increase the efficiency of tourist companies.

An important element is the structure and logic of collecting information about customer requests. Each request from a potential client is a source of valuable information, which, if properly processed and systematized, can reveal important patterns:

- which destinations are seasonally popular;
- how the average travel budget changes;
- which categories of clients contact the agency more often;
- which types of services are most in demand, etc.

Traditional CRM systems, although they have a wide range of functionality, often turn out to be redundant or too complex for small travel agencies. In such conditions, a convenient and highly specialized solution focused specifically on demand accounting allows you to better adapt the system to the needs of a specific business.

This logic is the basis of the developed web application. Automation of the demand accounting process provides the ability to quickly enter data, process it, save it in a structured form, as well as obtain summary statistics or dynamic analysis in the form of filters and reports. The system should provide for such key query parameters as the country and city of destination, number of people, desired departure and return date, expected budget, tour category, duration of the trip, etc.

In the future, such a system can be integrated with a mobile application or a web platform for the end user, but at the development stage, the focus remains on internal demand accounting. This allows you to focus on improving the analytical block, configuring the filtering logic, reporting, supporting various user roles (manager, analyst, administrator), etc.

The development of such software requires a preliminary analysis of similar solutions, both commercial and open, as well as a study of the experience of implementing similar projects in related industries. The information collected allows you to avoid repeating typical mistakes, adapt best practices, and determine which functionality is mandatory and which is redundant. This approach contributes to the creation of an optimal, easy-to-use and convenient interface solution that has practical value for small and medium-sized businesses in the tourism industry.

Thus, the analysis of the subject area allows us to formulate clear requirements for the functionality of the future application, outline the boundaries of the system, and determine its main goal, namely, increasing the efficiency of working with client requests and improving management decisions by accumulating and processing statistical information on the demand for tourist services.

Presentation of the main material.

A review of existing solutions showed that the market lacks a simple, specialized system specifically for recording requests and demand for tourist services without excessive functionality. This indicates the feasibility of creating a new tool that would combine ease of use, effective information storage and convenient analytics adapted to the needs of the Ukrainian tourist business. The analysis considered both commercial software products and scientific and academic publications related to

automation in the tourism industry and related areas. In the vast majority of cases, existing solutions are focused either on full-featured CRM systems.

They provide comprehensive management of clients, contracts, and tourist products, but do not always have a highly specialized toolkit for statistical analysis of demand for tourist services without its actual purchase. Booking platforms usually do not store requests that did not end with a transaction, or provide limited access to analytics to agency managers, which complicates the analysis of real demand.

At the same time, the use of a full-fledged CRM system is often redundant for a small or medium-sized travel agency, because they have a complex interface, require time for staff training, significant resources for support, and rarely allow you to enter custom analytical reports without the participation of a programmer. This approach and the logic of data structuring have much in common with the needs of a travel agency.

Thus, a review of existing solutions showed that the market lacks a simple, specialized system specifically for accounting for requests and demand for travel services without excessive functionality. This indicates the feasibility of creating a new tool that would combine ease of use, effective information storage and convenient analytics adapted to the needs of the Ukrainian travel business.

The developed software is positioned as an important tool for internal use in travel agencies and companies that work with a large number of individual customer requests. Its main feature is the emphasis not on booking, but on accounting, storage and further analytics of requests, which creates unique value for small and medium-sized businesses, where there is no need for complex CRM systems or extensive services with booking integration.

Unlike multifunctional platforms, this solution allows the company to independently determine the volume of collected information, manage the methods of its presentation and the generation of reports, which increases the level of control over analytical processes. The software does not try to replace the entire set of business tools, but on the contrary, it focuses on one critically important aspect: high-quality accounting of demand, on the basis of which the agency's commercial strategy is formed.

Thus, the created software occupies a unique position, namely, it is at the intersection of ease of use, focused analytics and a practical approach to accounting for client requests, which makes it in demand in small and medium-sized structures that seek to organize internal processes without large costs. The proposed web application solves a pressing problem - the lack of a centralized tool for registering, processing and analyzing demand for tourist services.

Key business benefits:

Relevance. At a time when the tourism market is undergoing restructuring and adaptation to new realities, it is extremely important to have prompt access to statistical data on demand.

Business value. The application provides constant monitoring of customer requests and allows you to generate demand forecasts based on historical data, which enables agencies.

Automate routine processes. Instead of maintaining disparate Excel spreadsheets that require significant processing effort and do not provide a holistic view of the situation, users can work with a centralized database. This reduces the risk of information loss, minimizes the human factor, and allows you to focus on decision-making, not on data collection.

Management transparency. Administrators and department heads are able to generate regular reports, evaluate the effectiveness of managers, and identify weaknesses in working with clients.

Scalability and adaptability. The system can be used both in small agencies with a few employees and in large companies with a branched structure.

Formation of an analytical resource. In the long term, the system forms a valuable data set that can be used for deep analytics, including machine learning, customer segmentation, and building recommendation systems.

As a result of implementing a web application, the company receives not just a tool for storing queries, but a full-fledged element of business infrastructure that facilitates decision-making based on objective, structured data.

Conclusions.

As a result of the research, a web application was developed and implemented to record demand for tourist services. The system is designed to automate the processes of recording, analyzing and classifying requests from travel agency clients, which allows significantly reducing the workload on staff,

increasing the efficiency of management decision-making and promptly generating reports on the current state of demand.

The research was conducted in several stages: an analysis of the subject area was conducted; an analysis of functional and non-functional requirements was conducted; a data model, project architecture and database structure were built; the main modules of the web application were implemented, which are characterized by a convenient user interface; testing was conducted, which confirmed the system's operability and readiness for implementation.

Thus, the research results have both theoretical and practical significance for further use in the field of automation of tourist services.

REFERENCES

1. Obolentseva L.V. Problems and prospects of formation of the tourist image of Ukraine as an important component of the development of tourism and economy of the state / L.V. Obolentseva, S.A. Aleksandrova, K.O. Petrenko // International scientific journal. – 2016. – №1 . – P. 72-76.
 2. M.M. Tsependa. Information systems, communications and technologies in the tourism industry: a textbook. / Tsependa, V.Yu. Burka // Chernivtsi: Chernivtsi. National University named after Yu. Fedkovych. –2024. – 176 p.
 3. Khaustova V. E. and Gorbatov E.F. “Problems of development of the tourism industry in Ukraine” Economy and management of the national economy, [Electronic resource], vol. 2. – Access mode : https://ndcipr.org/media/ndc_old/documents/problems-of-economy-2010-2_0-pages-28_33.pdf.
 4. Esipova K. (Methods of assessing the effectiveness of business processes of tourist enterprises, Visnyk KNTEU, [Electronic resource], vol. 2. – Access mode : <http://visnik.knteu.kiev.ua/files/2012/02/5.pdf>.
- УДК 658.8:004.738.5

ГЕЙМІФІКАЦІЯ У ПРОГРАМАХ ЛОЯЛЬНОСТІ: ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ В ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТОРГОВИХ ЦЕНТРАХ

СТЕБЛЕВСЬКА А.Г, БУТЕНКО Т.А.
(dasharubin917@gmail.com, buttan29@gmail.com)
Державний біотехнологічний університет

У роботі розглядається впровадження програм лояльності з елементами гейміфікації у торгово-розважальних центрах. Описано європейський досвід, зокрема Іспанії, де активно застосовуються інтерактивні ігри для розвитку бізнесу.

Торгово-розважальні центри (ТРЦ) – це місця, які тривалий час були центрами шопінгу та дозвілля. Проте сьогодні вони стикаються з низкою викликів:

- зростає конкуренція з боку онлайн-шопінгу;
- покупці проводять все менше часу в офлайн-магазинах;
- відвідувачів стає складніше мотивувати на повторні візити та ін.

Для бізнесу це означає падіння трафіку, зниження продажів орендарів та загалом втрату позицій на ринку. Саме тому постає питання: як зробити так, щоб клієнти не просто прийшли до ТРЦ один раз, а поверталися знову й знову? Для вирішення цих питань одним з напрямів є впровадження програм лояльності.

Програма лояльності – це маркетинговий інструмент, за допомогою якого компанія надає своїм клієнтам винагороди та знижки за лояльність до бренду. Метою її використання є стимулювання повторних продажів, збільшення середнього чека і, як наслідок, збільшення прибутку [1]. Одним з інструментів програм лояльності є гейміфікація.

Гейміфікація – використання ігрових елементів в неігрових контекстах має великий вплив на роздрібну торгівлю. Переваги гейміфікації в роздрібній торгівлі включають збільшення продажів

та залучення клієнтів, роблячи покупки привабливими, але це також може допомогти роздрібним торговцям покращити сприйняття бренду та створити додаткові потоки доходу [2].

З нашого досвіду роботи в IT-галузі в Іспанії та залучення до проєктів зі створення програм лояльності для торгово-розважальних центрів у Європі, можна зауважити, що найчастіше розробляються мобільні застосунки та інтерактивні меблі саме для ТРЦ та окремих гіпермаркетів.

Для забезпечення конкурентоспроможності ТРЦ в Іспанії стала розробка програми лояльності, що ґрунтується на ігрових механіках. Вона працювала за принципом: *відвідувач робить дію – отримує винагороду*.

Основні елементи програми лояльності:

- *Бали та нагороди*. За покупки чи відвідування заходів відвідувачі отримували бонусні бали.
- *Рівні і прогрес*. Чим більше активностей – тим вищий статус користувача, що відкривав нові можливості.
- *Квести*. Система завдань: відвідай три магазини з однієї категорії, зроби покупку у вихідні тощо.
- *Щоденні завдання*. Вони стимулювали регулярні візити.
- *Розіграші та лотереї*. Це створювало додатковий азарт і цікавість, а також бонусом завжди винагороду від магазинів ТРЦ [1].

В Іспанії часто проводяться фестивалі, тому в цей період ТРЦ особливо роблять ставку на програми лояльності. Розробляється ціла система ігор, після якої відвідувачі отримують не тільки радісні спогади, а й приємні подарунки.

Приклад впровадження програми лояльності в одному із ТРЦ наведено на рис. 1.

Реалізація таких програм в різноманітних ТРЦ дала відчутні результати:

- відвідувачі проводили більше часу у ТРЦ;
- зросла кількість повторних візитів – покупці поверталися, щоб виконати нові завдання;
- виникло відчуття ком'юніті, адже відвідувачі обговорювали свої досягнення;
- бізнес-орендарі помітили збільшення продажів завдяки вищому трафіку.

ПІДВИЩУЙТЕ РІВЕНЬ

У міру заробітку клубних балів ви підвищуватимете свій рівень, і, що найголовніше, заробляти клубні бали буде ще легше. Ось ці рівні:

 **БРОНЗОВИЙ РІВЕНЬ** від 0 до 1000 балів.

 **СРІБНИЙ РІВЕНЬ** від 1001 до 2500 балів.

 **ЗОЛОТИЙ РІВЕНЬ** від 2501 до 10 000 балів.

 **ПЛАТИНОВИЙ РІВЕНЬ** більше 10 001

 Накопичені бали втрачають чинність через 12 місяців після останнього дня місяця, в якому вони були зароблені. Якщо їх не використати, вони будуть автоматично втрачені. Бали втрачають чинність у порядку їх зароблення; найстаріші бали також втрачають чинність.

 Кожен користувач має 12 місяців, щоб підтримувати свій рівень, накопичуючи необхідну кількість балів; невиконання цієї вимоги може призвести до зниження рейтингу.

ВАШІ НАГОРОДИ

Коли ви накопичуєте клубні бали, ви можете обміняти їх на різні винагороди. Це так само просто, як перейти до розділу «Мій профіль» і натиснути «Мої винагороди».

Морозиво, квитки в кіно, подарунки, подарункові сертифікати та безліч винагород для вас!

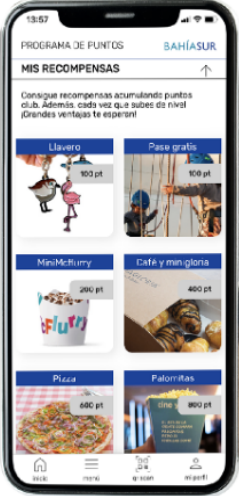


Рис. 1. Приклад впровадження програми лояльності (перекладено на українську мову) [3]

Цей досвід показав, що гейміфікація є ефективним інструментом саме там, де важлива довгострокова взаємодія з клієнтами. Але, не так багато українських ТРЦ мають власні мобільні

застосунки. Найчастіше це великі центри, маленькі майже не застосовують. У ритейлі поза ТРЦ (наприклад, АТБ) вже активно працюють з гейміфікацією: AR-ігри, колекційні картки, мобільні додатки. Це показує високий рівень залученості клієнтів [4].

Гейміфікація – це не просто гра. Це *стратегічний інструмент*, який дозволяє бізнесу працювати з природними людськими мотиваціями: бажанням досягати, змагатися і отримувати винагороду. Наш досвід у європейських торгових центрах довів, що правильно вибудована програма лояльності може стати ключовим фактором у зростанні клієнтської залученості. Більше того, такі інструменти можна адаптувати й для інших сфер: від банківських сервісів і маркетплейсів до освітніх платформ. І якщо раніше гейміфікація сприймалася як щось додаткове, то сьогодні вона перетворюється на *необхідний елемент бізнес-стратегії*.

СПИСОК ВИКОРИСТОНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Програма лояльності: переваги і види. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://sendpulse.ua/support/glossary/loyalty-program>
2. Все, що потрібно знати про гейміфікацію в роздрібній торгівлі. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.smartico.ai/uk/blog-post/gamification-retail/>
3. Вебсайт ТРЦ «BAHIA SUR». [Електронний ресурс]. Доступно: <https://ccbahiasur.com/noticias/nuevos-niveles-club/>
4. Як українські ритейлери використовують гейміфікацію та доповнену реальність. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://ua-retail.com/2022/08/yak-ukrainski-ritejleri-vikoristovuyut-gejmifikaciyu-ta-dopovnenu-realnist/>

УДК 657.01

ВІЗУАЛЬНІ КОНФІГУРАТОРИ ЯК НОВА БІЗНЕС-МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ

ФЕДЕНКО Д.О. (feddima99@gmail.com)

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

У статті розглянуто роль візуальних конфігураторів у формуванні нової бізнес-моделі автоматизації бухгалтерського обліку. Обґрунтовано поняття візуального конфігуратора як інструмента для інтерактивного моделювання облікових процесів без залучення програмістів. Показано наукову новизну підходу, що полягає у трансформації бухгалтерського обліку від фіксації фактів до стратегічного ресурсу управління. Досліджено взаємозв'язок візуалізації, гейміфікації та штучного інтелекту в облікових системах. Визначено, що конфігуратори забезпечують зниження когнітивного навантаження, підвищення прозорості та інтеграцію з бізнес-аналітикою. Наведено приклад практичного застосування у сфері контролю договорів страхування. Зроблено висновок, що візуальні конфігуратори стають основою нової бізнес-моделі автоматизації бухгалтерського обліку у цифровій економіці.

Сучасні трансформаційні процеси у сфері цифрової економіки безпосередньо впливають на концепцію організації бухгалтерського обліку. Якщо ще донедавна акценти зміщувалися у бік автоматизації рутинних операцій та впровадження облікових систем корпоративного класу, то нині ключовим трендом стає орієнтація на інтерактивність, гнучкість і користувацько-центричний підхід. Саме на цьому тлі виникає явище візуальних конфігураторів, які формують нову бізнес-модель автоматизації бухгалтерського обліку, забезпечуючи інтеграцію технологічних інновацій, елементів гейміфікації та аналітичних можливостей штучного інтелекту в єдиному середовищі.

Візуальний конфігуратор можна визначити як інтерактивний програмний інструмент, що дозволяє користувачеві за допомогою інтуїтивних візуальних елементів створювати, налаштовувати та модифікувати облікові процеси без необхідності поглибленого знання програмування чи технічних аспектів системи. Це означає, що бухгалтер або фінансовий менеджер, не володіючи спеціалізованими ІТ-компетенціями, отримує змогу самостійно

моделювати бізнес-процеси, адаптувати алгоритми обліку, формувати звітність і навіть здійснювати інтеграцію з іншими цифровими сервісами. В основі цього підходу лежить демократизація технологій, коли користувач отримує не лише готовий інструментарій, а й можливість гнучко адаптувати його до унікальних потреб організації [1].

Наукова новизна полягає в тому, що візуальні конфігуратори в бухгалтерському обліку не лише виконують функцію технологічного посередника, але й формують підґрунтя для нової бізнес-моделі автоматизації. Якщо традиційні системи обліку розглядалися переважно як інструмент контролю і збереження даних, то конфігураційний підхід зміщує акцент у площину стратегічного управління та оптимізації. Візуалізація складних фінансово-господарських операцій дозволяє знизити когнітивне навантаження на бухгалтера, зробити процеси прозорими для нефахівців та забезпечити багаторівневу інтеграцію обліку в загальну систему бізнес-аналітики. Це означає, що бухгалтерський облік перестає бути виключно ретроспективним інструментом і набуває рис проактивного управлінського ресурсу.

Особливої уваги заслуговує взаємозв'язок візуальних конфігураторів із гейміфікаційними механіками. Сучасні інтерфейси дедалі частіше використовують ігрові принципи для формування залученості користувачів, зменшення бар'єру входу та підвищення якості навчання персоналу [2]. У контексті бухгалтерського обліку це проявляється у створенні симуляційних середовищ, де користувач може «програвати» різні сценарії ведення обліку, перевіряти варіанти формування звітності, тестувати наслідки управлінських рішень у безпечному віртуальному просторі. Таким чином, відбувається не лише автоматизація, а й поступове перетворення облікових систем на інструменти стратегічного навчання та управлінського прогнозування.

Ще однією ключовою характеристикою нової бізнес-моделі є інтеграція зі штучним інтелектом та машинним навчанням. Використання алгоритмів обробки даних у поєднанні з візуальними конфігураторами відкриває можливість створення «розумних підказок», адаптивних сценаріїв ведення обліку та автоматичного формування звітності з урахуванням специфіки конкретного підприємства. Такі інструменти не лише оптимізують рутинні завдання, але й забезпечують багатовекторну аналітику, виявлення закономірностей та прогнозування ризиків. Це дозволяє говорити про перехід бухгалтерського обліку від фіксації фактів господарської діяльності до аналітичної функції стратегічного характеру.

Не менш важливим аспектом є бізнес-орієнтованість візуальних конфігураторів. Вони здатні створювати додаткову цінність не лише для бухгалтерії, а й для організації в цілому. Наприклад, завдяки інтерактивним інтерфейсам фінансові дані стають доступними для менеджерів інших рівнів, що сприяє формуванню культури прозорості й обґрунтованості управлінських рішень. Крім того, можливість адаптації інструментів під конкретні бізнес-моделі дозволяє уникнути універсалізму, характерного для традиційних ERP-систем, і забезпечує гнучкість у швидкозмінному середовищі цифрової економіки [3].

Для демонстрації можливостей візуальних конфігураторів у сфері бухгалтерського обліку розглянемо приклад автоматизації обліку договорів страхування на підприємстві. Традиційний підхід передбачав би розробку окремих програмних модулів або складне налаштування ERP-системи. Натомість візуальний конфігуратор дозволяє побудувати модель процесу у вигляді блок-схеми, яку може створити сам бухгалтер або бізнес-аналітик без залучення програміста.

У візуальному середовищі користувач формує процес: створення нового запису про договір, вибір його з довідника, встановлення параметрів (номер, дата, строк дії), визначення нагадування про контроль (з можливістю редагування дати за замовченням), а також додавання співробітників, яким автоматично надсилатимуться повідомлення. Система інтегрована з календарем і електронною поштою, тому нагадування відправляються у визначений час.

Завдяки цьому конфігуратору бухгалтер отримує [4]:

- гнучку систему контролю за виконанням договорів без необхідності залучати розробників;
- інтерактивний інтерфейс, де будь-який параметр можна змінити за допомогою візуальних інструментів (перетягування блоків, встановлення умов «якщо–то»);
- можливість швидко масштабувати модель – наприклад, додати автоматичне формування фінансового звіту про виконання договорів або інтегрувати процес з іншими модулями обліку.

Такий приклад підтверджує, що візуальні конфігуратори дозволяють не лише автоматизувати рутинні дії, але й створювати нову логіку ведення обліку, адаптовану під потреби конкретного

підприємства. Це є суттєвим аргументом на користь розгляду конфігураторів як основи нової бізнес-моделі автоматизації бухгалтерського обліку.

Таким чином, візуальні конфігуратори в бухгалтерському обліку виступають не просто інноваційним інструментом, а основою для побудови нової бізнес-моделі автоматизації. Вони інтегрують технології візуалізації, гейміфікації, штучного інтелекту та адаптивної аналітики, що перетворює бухгалтерський облік із допоміжної функції на стратегічний ресурс розвитку підприємства. Наукова цінність дослідження полягає у формуванні концептуального підходу, який дозволяє розглядати бухгалтерський облік у цифрову епоху не лише як систему фіксації, а як динамічний механізм управління, оптимізації та прогнозування, що відкриває нові перспективи для бізнесу та науки [5].

Узагальнюючи результати дослідження, можна зробити такі висновки.

По-перше, візуальні конфігуратори формують принципово нову бізнес-модель автоматизації бухгалтерського обліку, яка ґрунтується на інтерактивності, доступності та гнучкому налаштуванні процесів без потреби програмування.

По-друге, інтеграція візуальних конфігураторів із технологіями гейміфікації та штучного інтелекту дозволяє розширити функціональність бухгалтерського обліку від ретроспективної фіксації до стратегічного аналізу і прогнозування.

По-третє, практичне використання конфігураторів уможливило швидку адаптацію облікових систем під специфіку підприємства, знижує когнітивне навантаження на бухгалтерів та підвищує прозорість управлінських рішень.

Таким чином, впровадження візуальних конфігураторів у бухгалтерську практику не лише сприяє цифровій трансформації обліку, а й створює інноваційні підходи до організації фінансової інформації, що має значний потенціал для подальших наукових досліджень і практичного застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Г. Азаренков, Л. Мельянова та Г. Головач, «Бухгалтерський облік у цифрову епоху: стратегії впровадження та оптимізація процесів», *Наука і техніка сьогодні*, вип. 13(27), с. 245–257, 2023. doi: 10.52058/2786-6025-2023-13(27)-244-257.
- [2] Т. Шматковська та М. Дзямудич, «Стратегічний управлінський облік в умовах цифрової економіки», *Галицький економічний вісник*, т. 74, № 1, с. 61–67, 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/38710>
- [3] З. Мирончук, «Тенденції цифровізації бухгалтерського обліку: виклики та перспективи», *Економіка та держава*, т. 11, № 2, с. 37–43, 2021.
- [4] М. Гранлунд, «Цифровізація та автоматизація бухгалтерського обліку: наслідки для професії бухгалтера», *Критичні перспективи бухгалтерського обліку*, т. 82, с. 102–118, 2021. doi: 10.1016/j.cpa.2021.102309.
- [5] С. Молл та Т. Йігітбасіоглу, «Роль візуалізації та інтерактивних панелей у управлінському обліку», *Журнал бухгалтерських та організаційних змін*, т. 15, № 4, с. 595–620, 2019. doi: 10.1108/JAOC-10-2018-0101.

УДК 004.5:004.22

ПІДБІР КОМПЛЕКТУЮЧИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ГЕЙМЕРІВ ТА КОРИСТУВАЧІВ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМ.

Б. ЩЕРБАЦЬКИЙ (herowinzer@gmail.com),
Вінницький національний технічний університет

Розглянуто перспективи підбору комп'ютерних комплектуючих для ігор. Визначено причини зацікавленості користувачів. Проаналізовано основна проблематика сумісності комплектуючих.

Вступ

Сучасний світ комп'ютерних ігор та мультимедійних технологій розвивається надзвичайно динамічно. Щороку виходять десятки нових ігрових проєктів, програм для відеомонтажу, 3D-моделювання чи роботи з віртуальною реальністю, які потребують усе більшої продуктивності від апаратної частини комп'ютера. Якщо ще кілька років тому більшість ігор задовольнялися стандартними конфігураціями середнього класу, то сьогоднішні розробки часто вимагають від користувача високопродуктивних процесорів, потужних відеокарт і значного обсягу оперативної пам'яті. А нові моделі комп'ютерної техніки, які є кращими та якіснішими, замінюють своїх попередників, випереджаючи їх за всіма параметрами. Відповідно, виникає думка, чи справді «свіжоспечена» технологія є найкращою у своєму роді та чи справді є велика потреба її купувати. Ця проблема найкраще проявляється під час використання комп'ютера або ноутбука. Адже вони складаються майже з десятка різних компонентів, які зрештою повинні ідеально працювати один з одним, забезпечуючи користувачеві максимальну продуктивність та безпеку використання. Така ситуація ставить перед користувачами завдання не лише обрати потужні компоненти, але й зробити це з урахуванням сумісності та оптимальності системи[1].

Постановка проблеми

Процес вибору комплектуючих зазвичай здається простим лише на перший погляд. У реальності ж він вимагає знань про архітектуру процесорів, характеристики материнських плат, швидкість та стандарти оперативної пам'яті, технічні вимоги відеокарт, типи накопичувачів та їхню взаємодію між собою. Крім того, кожен компонент має бути сумісним із іншими, інакше користувач може зіткнутися з проблемами нестабільності роботи або навіть фізичної несумісності деталей. Для недосвідченого покупця це завдання стає складним викликом, що часто призводить до неправильних рішень і марних фінансових витрат. Правильний вибір комплектуючих може значно покращити роботу вашого пристрою, забезпечити швидку роботу та надійність[2].

Додатковою проблемою є швидке оновлення ринку. Виробники комплектуючих постійно презентують нові лінійки, які відрізняються архітектурою, функціоналом і продуктивністю. Через це навіть досвідченим користувачам важко відслідковувати актуальні тенденції, адже застарілі рішення можуть втратити свою цінність за кілька місяців. Тому виникає потреба у створенні рішень, які допомагають автоматизувати підбір комплектуючих, враховуючи як технічні характеристики, так і реальні сценарії використання системи.

Вирішення завдання

Автоматизація підбору конфігурацій відкриває нові можливості для геймерів і користувачів мультимедійних систем. Вона здатна враховувати ключові параметри — тип завдань, бюджет, бажаний рівень продуктивності та перспективу модернізації. На основі введених даних алгоритми формують оптимальні набори компонентів, де враховується не лише потужність окремих деталей, а й їхня сумісність між собою. Такий підхід дозволяє отримати збалансовану систему, яка працюватиме стабільно та ефективно.

Ще однією важливою перевагою подібного рішення є здатність економити час і ресурси. Замість того, щоб годинами досліджувати форуми та огляди, користувач отримує готове рішення, яке враховує всі технічні нюанси. Це особливо важливо в умовах, коли ринок переповнений різними моделями, а їхні відмінності часто є малопомітними для неспеціаліста. Автоматизований підбір знижує ризик помилок, пов'язаних із вибором несумісних або невиправдано дорогих комплектуючих, і дозволяє інвестувати кошти максимально ефективно.

Крім того, можна забезпечити підтримку довгострокового планування. Що здатне прогнозувати, наскільки вибрана система буде актуальною через кілька років, та які можливості модернізації вона має. Наприклад, користувач може отримати рекомендацію взяти більш продуктивний блок живлення чи материнську плату з запасом, що дозволить у майбутньому оновити відеокарту без необхідності повної заміни всієї конфігурації. Такий підхід робить дане рішення корисним не лише на момент вибору, а й у подальшій експлуатації.

Важливо зазначити, що створення інструменту для автоматизованого підбору комплектуючих може базуватися на використанні сучасних методів аналізу даних та елементів штучного інтелекту. Системи машинного навчання здатні виявляти оптимальні поєднання компонентів, прогнозувати їхню продуктивність у різних завданнях і навіть адаптувати рекомендації відповідно до змін на ринку. Це відкриває перспективу інтеграції такого програмного забезпечення в

екосистему сервісів для геймерів та розробників мультимедіа, роблячи процес створення та використання комп'ютерних систем більш доступним і раціональним.

Висновок

Підбір комп'ютерних комплектуючих перетворюється на важливий інструмент підтримки геймерів та користувачів мультимедійних систем. Його автоматизація за допомогою спеціально розробленої програми дозволяє спростити складний технічний процес, зменшити витрати часу і коштів, підвищити продуктивність і забезпечити стабільність роботи системи. Це рішення поєднує в собі практичну користь, інноваційність підходу та можливість широкого застосування в умовах зростаючих вимог сучасних технологій. Створення такого програмного забезпечення є кроком уперед у напрямку доступності й оптимізації ігрових та мультимедійних платформ, що, у свою чергу, сприяє подальшому розвитку всієї цифрової індустрії

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Олег Верес, Олег Гадзайло. “Застосування методів рекомендацій в процесах аналізу комп'ютерних комплектуючих”, Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі», Т. 14, с.84-98, 2023.
2. Someshkumar Mishra., Shreyas Bane, Rahul Pandit, and Neelam Phadnis, “PC Configuration and Component Recommendation System ”, International Journal of Computer Applications, Vol. 183, No. 11, с.5-8 , June 2021.

Розділ 4.

Технологічні інновації та сучасні ігрові механіки (геймдизайн, AR/VR, IoT і взаємодія з іграми, носимі пристрої та їх роль у геймінгу)

UDC 004.9

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR SYNTHESIZING A SEMANTIC KERNEL

OREKHOV S. V., TARAN P.A., KARALNIK V.O.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

The article describes the instructions for using the semantic kernel software component to implement a test example. This component was created based on an improved method for synthesizing the semantic kernel. The component is created on the basis of the framework NodeJS.

Introduction

The article considers an example of software implementation of one of the main components of the information technology of virtual promotion [1]-[3]. Among them, the basic element is the "semantic kernel" component. Let's consider step by step how this component can be used in practice, separated from other components.

The program code is based on the algorithm of the improved method of synthesizing the semantic kernel [4]-[6]. The method is based on processing the full array of HTML documents on the WEB site. We use the concept of collocation to select the elements of semantic kernel.

Problem statement

The article offers a step-by-step guide to using the software component. This is the most visual way to demonstrate its functionality and the results of our research.

We need to show the algorithm for using the software component in the process of synthesizing the semantic kernel. And most importantly, to demonstrate the appearance of collocations using numerical calculations, which are variants of the semantic kernel.

Solving the problem

Figure 1 shows the main functions of the software component. Their order also shows how the component should be used to synthesize the semantic kernel.

In Figure 1 we see the main stages of implementing the improved method of synthesizing the semantic core of digital content. First, we calculate the values of content metrics (Figure 2). Then we create a table of keywords. Then we build a semantic graph (semantic network), which connects the keywords we have identified into a single network (Figure 3). The resulting network allows us to divide our keywords into clusters or collocations and see the relationship between them. Such visual material allows us to visually identify semantic kernels or collect the necessary kernels from collocations (Figure 4).

Analysis Results

► Text Quality Metrics

► Keyword Table

► Semantic Graph

► Keyword Clusters

► SEO Analyzer

Generate Report

Figure 1 – Main form of software component

Analysis Results

▼ Text Quality Metrics

Text Quality Metrics

Metric	Value	Description
S	1.062	Ratio of nouns and pronouns to adjectives and verbs
Q	0.349	Proportion of adjectives and adverbs to nouns and verbs
A	0.216	Verb frequency in the text
Di	0.410	Verbal dynamics relative to main parts of speech
Z	0.172	Connectivity through conjunctions in the text
Sum	2.209	Sum of all metrics for general document quality

Figure 2 – View of metrics table

► Text Quality Metrics

▼ Keyword Table

Rank	Term	Frequency	FLR	Avg PMI
1	ai	8	49.000	7.822
2	customer	4	16.000	8.857
3	artificial intelligence	2	4.000	6.349
4	commerce	5	11.180	8.006
5	user	3	9.000	10.106
6	product	3	9.000	10.039
7	online	3	9.000	9.564
8	deliver	3	4.000	10.719
9	machine	2	4.000	10.458
10	shopping	2	4.000	9.681
11	application	2	4.000	7.686
12	support	2	4.000	8.877

Figure 3 – View of keyword table

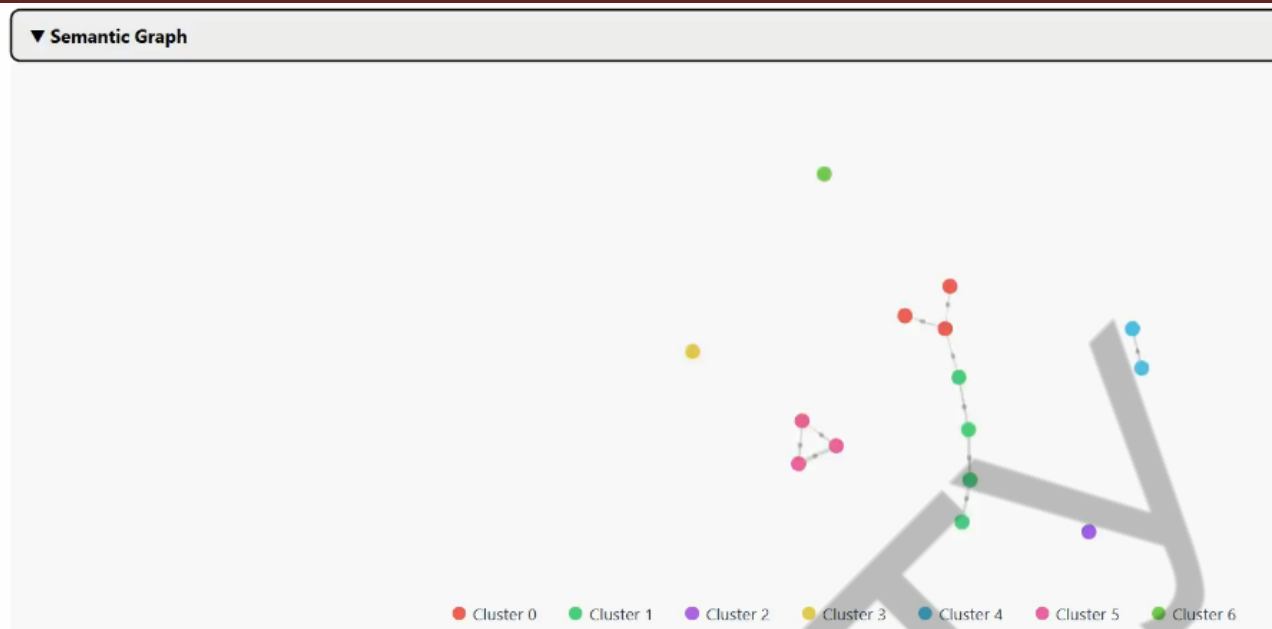


Figure 4 – Clusters (collocations)

Figure 2 shows a table of metrics that allow us to evaluate the contribution of each HTML document to the overall digital content of a WEB site. This allows us to identify those documents that potentially carry the greatest value for a buyer when choosing a product to buy.

Figure 3 displays the metric values that allow us to extract from the most significant HTML document already collocations. That is, at the first stage it is important for us to select the most significant documents, and only then select the combinations of keywords that carry the main meaning of the description of our product.

At the end of the synthesis process, we check our semantic kernel from the point of view of the current situation on the Internet. That is, we load the selected collocations into a search engine such as Google and try to understand which TOP queries will correspond to our current semantic kernel. In this way, we can understand at what stage of the life cycle on the Internet this semantic kernel is.

The developed software component can be easily integrated into any web application or corporate information system. At the moment, its implementation is made in the form of a WEB site, which is located on the Internet on a test HTTP server.

REFERENCES

1. Orekhov S. Analysis of Virtual Promotion of a Product. // Lecture Notes in Networks and Systems. Switzerland: Springer, 2022. - Vol. 463. - P. 3–13.
2. Orekhov S. Technology of Virtual Product Promotion. // Computer Systems and Information Technologies, 2021. - № 3. - P. 52–58.
3. Orekhov S. Software designing for virtual promotion based on machine learning. // Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів (29-30 вересня 2022 року). Одеса, Видавництво ОНТУ, 2022 р. - С. 132-133.
4. Orekhov S. Advanced Method of Synthesis of Semantic Kernel of E-content. // CEUR Workshop Proceedings, 2022. - Vol. 3312. - P. 87–97.
5. Orekhov S., Malyhon H. Method for Synthesizing the Semantic Kernel of Web Content. // CEUR Workshop Proceedings, 2022. - Vol. 3171. - P. 127–137.
6. Orekhov S., Godlevsky M., Malyhon H., Goncharenko T. A New Method of Search Engine Optimization Based on Semantic Kernel Idea. // Advances in Artificial Systems for Medicine and Education VI. AIMEE 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. Switzerland: Springer, Cham, 2023. - Vol. 159. - P. 67–77.

ЛОГІКО-ЙМОВІРНІСНЕ ТРАЄКТОРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ (ЛІТМ) ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА QoE У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ І МУЛЬТИМЕДІА

PRYYMAK NAZAR (nazar.i.pryimak@lpnu.ua),

ZHUK YURII (yurii.p.zhuk@lpnu.ua)

Lviv Polytechnic National University

Подано описовий, практично орієнтований виклад методу логіко-ймовірнісного траєкторного моделювання (ЛІТМ), який застосовується для оцінювання живучості та якості досвіду користувача (QoE) у комп'ютерних іграх і мультимедійних сервісах. Зосереджено увагу на кроках побудови моделі, підготовці даних, інтерпретації результатів та інтеграції методу у процеси розробки й експлуатації.

Ключові слова: живучість, QoE, ігрові сервери, CDN/RTC, неткод, надійність.

Постановка проблеми. Ігрові та мультимедійні системи складаються з багатьох компонентів: клієнтського рушія, транспортного шару, ігрових серверів, CDN/edge для асетів і відео, сервісів голосу (RTC [1]) тощо. Відмова одного компонента рідко робить систему непридатною, однак часто призводить до часткових деградацій: збільшення затримок, буферингу, падіння FPS або втрати голосового каналу. Для обґрунтованих інженерних рішень потрібен спосіб кількісно оцінити, як часто користувачі залишаються у «працездатному» стані сесії за даних умов. ЛІТМ вирішує це завдання, не вимагаючи складних математичних обчислень і не нав'язуючи жорстких припущень про незалежність усіх подій.

Метод логіко-ймовірнісного траєкторного моделювання для ігор/мультимедіа.

Метод логіко-ймовірнісного траєкторного моделювання, далі ЛІТМ представляє систему як ієрархічний граф залежностей, «ймовірнісні пакети», які послідовно проходять через компоненти, що беруть участь у сценарії (наприклад, запуск гри, ігровий матч, стримінг). У кожному компоненті пакет фіксує його поточний стан (працездатний, відмова) і накопичує «ймовірність» цього стану. Після обходу всієї схеми ми отримуємо набір пакетів, кожен із яких відповідає певному поєднанню станів компонентів. Далі пакети групуються за тим, чи достатньо працювало критично важливих кінцевих служб (вузлів) для визнання сесії придатною. Це дає зрозумілу метрику: який відсоток часу користувачі отримають прийнятну якість обслуговування, а також дозволяє порівнювати архітектурні варіанти та політики фолбеків.

Які повинні бути вхідні дані:

1. Сценарії. Складаємо перелік сценаріїв: перший запуск/оновлення асетів, матчмейкінг, ігровий матч, кооператив, голос/стримінг.
2. Граф залежностей. Для кожного сценарію будуємо схему з вузлами-компонентами та зв'язками між ними. Вузли, без яких сценарій не має сенсу (наприклад, ігровий сервер або медіаканал), визначаються як критичні.
3. Станові категорії. Для кожного вузла визначаємо невелику кількість станів: наприклад, працездатний або відмова. Для мережевих вузлів доречно прив'язати стани до порогів затримки/втрат; для клієнта — до діапазонів FPS.
4. Критерій придатності. Визначаємо правила, за яких сесія вважається працездатною: наприклад, «ігровий сервер працює, медіаканал доступний; за деградації медіа — дозволено фолбек без голосу».

Алгоритм ЛІТМ:

Крок 1. Надсилаємо пакет із вершини графа(клієнт).

Крок 2. При першому вході в вузол пакет утворює нові пакети(перший пакет - працездатний стан, другий пакет - непридатний).

Крок 3. Пакети проходять далі вниз по графу; повторні відвідування вузла стан не змінюють.

Крок 4. Коли всі гілки сценарію пройдено, пакет повертається в корінь і фіксується результат: чи були критичні вузли доступні.

Крок 5. Усі отримані пакети групуються: обчислюємо частку сценарних «успіхів» (сесія придатна) та «відмов» (сесія непридатна). За потреби окремо підраховується частка часу у «зеленій зоні» QoE [2](наприклад, коли затримка й FPS відповідають SLA[3]).

Обмеження. Метод не порушує незалежність подій, проте якість оцінок залежить від вхідних ймовірностей станів. Для надто великих графів з багатостановими вузлами кількість «ймовірнісних пакетів» зростає — у таких випадках варто агрегувати малозначущі вузли, застосовувати кешування підмаршрутів і аналізувати «складні» ділянки окремо.

Висновки. Живучість клієнт-серверних ігрових та мультимедійних систем є критичною властивістю, що забезпечує безперервність роботи попри збої мережі чи часткові відмови компонентів. Для її кількісної оцінки доцільно застосовувати метод ЛІТМ, який дозволяє одночасно виявляти чинники ризику в ієрархії сервісів і оцінювати наслідки їх деградації для користувацького досвіду. На основі ЛІТМ можна створити інструменти для автоматизованого розрахунку показників живучості в різних топологічних і архітектурних сценаріях (mono vs micro, один CDN проти multi-CDN, фолбек-політики). Підхід забезпечує швидке отримання практичних метрик — частки часу в «зеленій» зоні QoE, ймовірності утримання сесії, очікуваного впливу на FPS/RTT — і напряду пов'язує надійність з'єднання та стани компонентів із продуктивністю гри. Загалом, використання ЛІТМ підвищує точність і оперативність аналізу живучості та сприяє підтриманню високих SLA у мережесхемних ігрових застосунках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Sanap, Prof. (2025). Design and Implementation of Real Time Clock using RTC DS3231 and Arduino Uno. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 13. 1545-1551. 10.22214/ijraset.2025.67162.
2. Guarnieri, Thiago & Almeida, Jussara & Borges, Alex. (2025). Revisiting the Relation between QoS and QoE to improve predictive Models in Adaptive Streaming. 10.21203/rs.3.rs-7455416/v1.
3. Adegoke, Olasupo. (2025). Efficiency and QOS in Cloud Data Centers: An Analysis of DyVoFesLoReMu'S SLA Violations. 9. 1-9. 10.70382/mejaimr.v9i2.056.

UDC 004.93'1:336.74

APPLICATION OF HYBRID ENCRYPTION METHODS IN BLOCKCHAIN NETWORKS

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net)

ARTEM LAKTIONOV (artem.laktionov@hneu.net)

Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

The purpose of the research is to implement hybrid encryption methods to ensure the confidentiality, integrity and authenticity of transmitted data in blockchain networks. Modern cryptographic algorithms were analyzed, their advantages and disadvantages were identified, and a hybrid scheme was proposed that combines symmetric and asymmetric encryption. The object of the research is the process of data exchange between participants in the blockchain network. The subject of the research is cryptographic methods aimed at increasing the security of information transmission. An analysis of cryptographic risks was conducted, and typical vulnerabilities of data transmission in public blockchains were identified, in particular when exchanging keys and transmitting confidential information to or beyond the network consensus. The result of the research is the development of a solution for a secure data transmission channel using hybrid encryption, adapted to the characteristics of the blockchain environment.

Statement of the problem.

In modern information systems, issues related to ensuring cybersecurity are becoming key. With the growth of digital transactions, the popularity of decentralized applications, and the use of blockchain technologies in various areas (logistics, finance, healthcare, identification, etc.), the need for reliable methods of protecting transmitted information is also growing. Although the blockchain itself ensures the integrity and immutability of records in a distributed registry, it does not guarantee complete confidentiality and authenticity of transmitted data, especially in interaction channels between users or

network nodes. Information transmission in blockchain environments often occurs without additional layers of encryption or using outdated algorithms. This creates a threat of interception, unauthorized access, or even modification of critical information. Using only symmetric or only asymmetric algorithms is not always effective due to the trade-off between performance and security level. One of the promising directions for solving these problems is the implementation of hybrid encryption methods that combine the advantages of symmetric (high speed) and asymmetric (secure key exchange) cryptographic systems. This approach allows for both fast information encoding and secure exchange of key parameters, which is especially relevant in open or partially open blockchain networks.

The purpose of the research is to substantiate and develop a hybrid cryptographic scheme adapted for secure data transmission in blockchain networks. The object of the research is the process of transmitting digital data in decentralized computing systems. The subject of the research is symmetric and asymmetric encryption methods, their combined application in a distributed environment. The research methods used include theoretical analysis of cryptographic protocols, modeling of encryption processes, design of secure schemes, and experimental performance evaluation. The practical significance of the research is the combination of modern cryptographic approaches into one effective hybrid model that takes into account the peculiarities of the functioning of blockchain networks.

Presentation of the main material.

In the modern information space, blockchain technologies are actively implemented in various industries - from the financial sector and logistics to education, healthcare and public administration. The main advantage of blockchain is ensuring the integrity, transparency and immutability of information stored in a distributed registry. At the same time, despite the widespread opinion about the high level of security of decentralized systems, blockchain itself does not provide full protection of transmitted information, especially at the level of communication between network participants.

Threats inherent in classic computer networks remain relevant: Man-in-the-Middle (MITM) attacks, which allow for interference in data transmission between nodes; substitution of transactions or manipulation of content before they are included in a block; interception of private information during the process of creating, signing, or transmitting transactions; exploitation of weak or outdated cryptographic algorithms that do not meet modern standards.

In addition, blockchain networks often use public keys to identify users, while the corresponding private keys are stored locally. The loss or compromise of a private key leads to an irreversible loss of access or full control over the account, which confirms the need for additional layers of protection. The issue of confidentiality in blockchain environments requires special attention. For example, in financial applications or decentralized exchanges, transactions contain data on amounts, addresses of parties, hashes of contracts, etc. If such information is accessible to third parties, this can lead to a leak of commercial or personal information. A number of studies show that some blockchain applications (especially in the field of healthcare, digital identification, corporate document management) require not only preserving data integrity, but also ensuring their confidentiality. However, the standard mechanisms of most public blockchain platforms do not provide for this. While TLS or HTTPS level protocols provide channel protection in classical networks, in blockchain such protection must be implemented independently, at the application level or through specialized cryptographic schemes. One possible solution to increase the security of information transmission in such networks is the use of hybrid encryption. It allows you to encrypt the message content itself using symmetric algorithms (for example, AES), as well as perform secure key exchange using asymmetric algorithms (for example, ECC or RSA). This approach provides not only confidentiality and authenticity, but also increases efficiency in decentralized networks with a large number of participants.

Thus, despite the strengths of the blockchain architecture in ensuring the immutability and verifiability of information, vulnerabilities associated with the confidentiality and security of data transmission channels remain relevant. This creates the need to implement additional cryptographic tools - in particular, hybrid encryption methods, which allow for a comprehensive increase in the level of information security in blockchain networks. In the context of the rapid development of decentralized technologies, the need to assess not only the functional, but also the applied effectiveness of information protection tools is growing. For blockchain systems, where each transaction is public, and the network structure does not provide for centralized security elements, the ability of the selected cryptographic

model to provide reliable protection of transmitted information without compromising performance, availability, and compatibility with existing protocols is extremely important.

In this regard, it is advisable to conduct a comprehensive analysis of the effectiveness of the hybrid encryption model, which was investigated in the previous sections, and to determine its advantages, limitations, and prospects for use in modern blockchain infrastructures.

The analysis showed that the most resource-intensive steps are the generation of asymmetric keys and the calculation of the shared secret, which is expected. However, the overall latency remains within the acceptable range even for interactive DApps or mobile applications. The hybrid model was compared with other methods used in cryptography (only symmetric or only asymmetric encryption), according to key parameters. These results confirm that the hybrid model provides the best balance between security and performance, especially in conditions where it is necessary to ensure secure key exchange and message integrity in an open decentralized network.

As a result of testing, comparison and analytical analysis, it was confirmed that the hybrid cryptographic model has high practical value in the context of increasing the information security of data transmission in blockchain networks. It demonstrates an effective combination of cryptographic reliability, performance, implementation flexibility and compliance with future challenges (in particular, quantum threats).

Conclusions.

During the course work, a comprehensive study of hybrid encryption methods and their application to ensure information protection in blockchain environments was conducted. The aim of the work was to investigate the principles of construction and operation of hybrid cryptographic systems, analyze their advantages in comparison with traditional encryption methods, and also assess the feasibility and effectiveness of their integration into the blockchain technology infrastructure. Based on the theoretical analysis, it was found that hybrid cryptography combines the strengths of both symmetric and asymmetric encryption methods: high speed of symmetric algorithms (in particular, AES) and secure key transfer, which is provided by asymmetric algorithms (for example, ECC). Such a combination allows you to achieve an optimal balance between performance and security in decentralized networks.

In the practical part, tools for implementing hybrid encryption were analyzed, in particular the PyCryptodome library, which demonstrated high functionality and compliance with modern information security requirements. Encryption, key exchange, message integrity verification scenarios were simulated, and algorithm performance analysis was conducted.

The results of the study demonstrated the high efficiency of the chosen cryptographic model: low latency during encryption and decryption, support for modern standards, scalability, and protection against major types of attacks (including MITM and traffic analysis). The comparative evaluation also confirmed the advantages of the hybrid model over classical approaches. Thus, the results obtained are the basis for the development of practical solutions in the field of secure data transmission in Web3 systems, decentralized applications, and new generation digital ecosystems.

REFERENCES

1. DSTU 3008:2015 Information and documentation. Reports in the field of science and technology. Structure and rules of registration. – Kyiv: State Enterprise UkrNDNC, 2015. – 28 p.
2. DSTU 3582:2013. Information and documentation. Bibliographic description. Abbreviations of words and phrases in Ukrainian. General requirements and regulations (ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ) / Nats. standard of Ukraine. – Kyiv: Ministry of Economic Development of Ukraine, 2014. – 18 p.
3. DSTU 8302:2015. Information and documentation. Bibliographic reference. General provisions and rules of compilation / Nats. standard of Ukraine. – Kyiv: SE "UkrNDNC", 2016. – 18 p.
4. Encryption. Types and algorithms [Electronic resource]. – Access mode: <https://hostpro.ua/wiki/ua/security/encryption-types-algorithms/>.
5. Encryption: types and algorithms. What is it, how do they differ and where are they used [Electronic resource]. – Availability mode: <https://hostpro.ua/wiki/ua/security/encryption-types-algorithms/>.
6. Comparison of symmetric and asymmetric encryption [Electronic resource]. – Access mode: <https://exbase.io/uk/wiki/simetrichne-i-asimetrichne-shifruvannya>.

USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING TO AUTOMATE USER FEEDBACK ANALYSIS

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net)

PETRENKO BOHDAN (pebogdan1988@gmail.com)

Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

The purpose of the study is to develop a system for automated analysis of user feedback based on natural language processing methods to detect tone, key aspects and topics. The object of the study is the processes of processing and analyzing user feedback in a digital environment. The subject of the study is natural language processing methods and models for automating the analysis of text feedback. The research methods include machine learning, deep neural networks, statistical methods of text analysis and methods for assessing the quality of models. Classical algorithms, neural network models and transformer architectures are used. The statistical significance of the results was experimentally confirmed and recommendations for choosing models for various scenarios were developed. The research results can be used in e-commerce, service companies, software development, marketing and analytics to automate the analysis of feedback and identify trends in large arrays of text data.

Statement of the problem.

In today's digital world, user review analysis has become a critical element for any business looking to improve the quality of its products and services. However, the scale and unstructured nature of this data pose significant challenges for traditional analysis. The main problem addressed in this study is the inefficiency and limitations of manual analysis of large volumes of text-based user reviews. This problem has several important aspects:

1. Exponential growth in data. Today's businesses receive thousands of new reviews every day across multiple channels. According to the Customer Experience Trends Report 2024, online reviews are growing at an estimated 18% annually, nearly double the 10% growth rate seen in 2020. The rate is even higher for the largest e-commerce platforms, with Amazon seeing an annual growth rate of 22% and services marketplaces seeing an annual growth rate of 25%.

2. Subjectivity and inconsistency of analysis. Human interpretation of text is subjective, which can lead to different conclusions about the same review. Independent studies conducted in 2023-2024 in the field of cloud technologies and financial services show that the level of consistency between different analysts when assessing the tone of reviews is only 60-75%, and when identifying specific problems mentioned in reviews, this figure drops to 55% [1].

3. Critical time costs. Manual analysis requires significant time resources. According to McKinsey experts (2024), an analyst spends an average of 2-3 minutes on a thorough analysis of one review of medium length, which for a company with 1000 reviews daily means 30-50 hours of work every day, or 5-8 analysts working full-time exclusively on review processing. This approach makes it impossible to respond promptly to critical issues.

4. Limited ability to detect hidden patterns. Human analysts are often unable to detect hidden trends and relationships in large data sets, especially when these patterns manifest over a long period of time or across different user segments. Forrester Research (2024) found that about 68% of valuable insights from user feedback remain undiscovered by manual analysis, especially when it comes to correlations between different aspects of the product and user reactions.

5. The increasing complexity of multilingual analysis. The globalization of business has led to the need to analyze reviews in many languages. By 2025, this figure is predicted to be 55-60%.

6. Lack of standardization and subjectivity of assessments. Different analysts may use different assessment methodologies and criteria, which makes it difficult to compare results and develop a unified strategy for responding to feedback. Such variability makes it impossible to compare data over time and makes it difficult to track progress in improving products and services.

7. Rising costs for review analytics. Economic studies show a rapid increase in the cost of manual review analysis. According to the Customer Experience Association, the average annual cost of review

analytics for the average company has increased to \$280,000 in 2024, and is projected to be \$350,000-400,000 by the end of 2025.

Presentation of the main material.

In today's digital landscape, the amount of text data generated by users of products and services is growing rapidly. In particular, user reviews have become an integral part of the modern business ecosystem. The ability to effectively analyze these reviews has become a critical success factor for companies seeking to remain competitive. Traditional manual review analysis methods face many limitations. Analysts can only effectively process a limited amount of text, and the subjectivity of human interpretation leads to inconsistent results. Moreover, human resources often focus on the most recent reviews, completely ignoring historical data that could reveal long-term trends. From a business perspective, user reviews contain invaluable information about: the strengths and weaknesses of a product or service; customer expectations and needs; comparisons with competitors; ideas for improvement and innovation; problems that need immediate solutions. However, extracting this information from large amounts of unstructured text data remains a challenge. This is where natural language processing (NLP) technologies come to the rescue. NLP is an interdisciplinary field that combines computer science, artificial intelligence, and linguistics to enable interaction between computers and human language. Applying NLP to analyze user feedback is a complex task that includes a number of subtasks: text preprocessing (tokenization, lemmatization, stop word removal); sentiment analysis; key aspects and themes extraction; classification of feedback into different categories; emotional coloring detection; generalization and report generation. These tasks require the use of various models and algorithms - from classical statistical methods to modern deep learning approaches using transformers and large language models (LLM). To solve the tasks set, a complex methodological approach will be used that combines machine learning, deep learning, natural language processing, and data analysis.

The research will be conducted in several stages:

1. Analytical stage. At this stage, a detailed analysis of existing methods and models, their advantages and limitations will be conducted. Modern research in the field of NLP and feedback analysis will be studied, the most promising approaches and technologies will be identified;
2. Design and development stage. At this stage, specific methods and models will be developed to solve the tasks set. The development will include both the adaptation of existing approaches and the creation of new methods and architectures optimized for feedback analysis;
3. Experimental stage. This stage includes conducting experiments to evaluate the effectiveness of the developed methods and models. The experiments will be conducted on real sets of reviews from different domains (e-commerce, hotel business, software, services, etc.) and in different languages. Standard metrics such as accuracy, completeness, F1-measure, as well as specialized metrics to assess the quality of aspect and topic detection will be used for evaluation;
4. Analytical and generalization stage. At this stage, the results of the experiments will be analyzed, patterns will be identified, and conclusions will be formulated regarding the effectiveness of the developed methods and models. The main advantages and limitations of the proposed approaches, as well as directions for further research, will be identified.

Conclusions.

The study conducted on the application of natural language processing to automate the analysis of user feedback allowed us to obtain a comprehensive understanding of the effectiveness, advantages and limitations of various NLP methods and models in solving this problem. As a result of the study, all the goals and tasks were achieved, which allowed us to formulate the following conclusions:

Analysis of the current state of the problem confirmed the critical importance of automating the analysis of user feedback in the context of the constant growth of text data volumes. Traditional manual analysis faces fundamental limitations associated with time costs, subjectivity of assessments and the inability to effectively process large data sets. These limitations are especially acute in the context of business globalization, when companies receive feedback in different languages and from different sources.

Theoretical research on natural language processing methods has demonstrated the evolution of approaches to text analysis - from simple dictionary methods to complex transformer architectures. Each of these approaches has its own advantages and limitations, and the choice of a particular method depends on the specifics of the task, available computing resources, and requirements for accuracy and speed of

analysis. Based on experimental research, it was found that transformer models provide the highest accuracy for analyzing the tone of responses, significantly surpassing classical methods, such as. It was found that the effectiveness of all models significantly depends on the specificity of the domain and the quality of data preprocessing. Domain adaptation and additional training on specific data corpora significantly increase the accuracy of analysis, especially for specialized industries with their own terminology.

The cost-effectiveness of implementing automated feedback analysis systems is confirmed by a significant reduction in the time and human resources required to process feedback, as well as by improving the quality of the insights obtained, which allows companies to make more informed decisions regarding the development of products and services. The practical significance of the results obtained lies in the possibility of using them to create effective automated user feedback analysis systems that can be integrated into the business processes of companies of various scales and industries. Such systems allow not only to reduce the costs of feedback analysis, but also to obtain deeper and more objective insights into the perception of products and services by users, to identify hidden trends and patterns, and to respond promptly to critical problems.

Thus, the conducted research makes a significant contribution to the development of methods for automating user feedback analysis based on natural language processing and creates a basis for further improvement of such systems.

REFERENCES

1. Stanford Sentiment Treebank [Electronic resource] // Stanford NLP Group. 2023. – Access mode: <https://nlp.stanford.edu/sentiment/>.
2. State of AI Report 2023 [Electronic resource] // State of AI. 2023. Access mode: <https://www.stateof.ai/>.
3. TensorFlow Documentation [Electronic resource] // Google. 2024. Access mode: https://www.tensorflow.org/api_docs.

UDC 004.93'1:336.74

CONCEPT OF CONSTRUCTION OF AN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM BASED ON VIRTUAL COMPUTER SIMULATORS

SKORIN YURI (yuriy.skorin@hneu.net)

Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

An analysis of traditional methods and measuring instruments and proposals for an alternative solution to the problem were made. It was noted that in addition to their intended use, i.e. as virtual measuring instruments, the use of virtual devices for building virtual simulators based on them is quite promising, which will ensure increased visibility and quality of training, which, in turn, creates the prerequisites for including them in existing ones or creating new virtual devices based on them. The study involves highlighting virtual devices as basic for building virtual simulators based on them, which ensure increased efficiency and visibility of the educational process and create the prerequisites for creating and improving distance learning systems.

Statement of the problem.

The gradual development of computer technology, computerization of all sectors of the economy suggests the use of such a powerful technological potential as computerization in improving the measurement process in information and measuring systems.

The search for a solution led to the need to create computer simulators based on virtual devices, analogues of which already exist and demonstrate huge advantages over the so-called traditional devices, which provides an incentive and opportunity to create, based on the virtualization of the measurement

process, virtual computer simulators designed to increase the visibility and efficiency of the educational process.

The relevance of this direction lies in the fact that:

- firstly, with the help of virtual computer simulators, it is possible to acquire practical skills in working with the most modern means of computing, which, due to limited technical or economic capabilities, are not yet used in the educational process;
- secondly, virtual computer simulators can be used by students during their independent preparation for classes, because they are quite easy to operate, do not require special knowledge in the field of programming, are not critical to the hardware and software of a personal computer, and contain tips and comments that practically guide the operator's actions;
- thirdly, it is advisable to create virtual computer simulators, first of all, for the most modern devices that are not yet part of the laboratory and technical base of the institution, at the preliminary stage of preparation for work on standard equipment, during independent preparation for classes, during correspondence training, etc. inappropriate;
- fourthly, a virtual computer simulator can be provided with additional functions that are not inherent in a real device, for example, to display the physical processes that occur inside the device during a measurement experiment, verification, provide reference information, process and store measurement and diagnostic results, and conduct testing and control;
- fifthly, the virtual computer simulators under consideration have an appearance that fully corresponds to the appearance of real devices; for this purpose, non-standard ActiveX elements were created, which is also not unimportant from the point of view of the effectiveness of the learning process.

A distinctive advantage of virtual computer simulators is, first of all, the versatility of such devices and, no less importantly, the practically unlimited potential for expanding functionality, without changing the hardware, but only by improving the software [1; 3].

Thus, it is possible to formulate the goals of the research conducted, namely, increasing the efficiency of the educational process through the development and implementation of virtual computer simulators based on the created virtual devices.

Presentation of the main material.

For solving measurement problems and conducting a measurement experiment, the quality of visualization is not critical, but if we are talking about a virtual simulator involved in the educational process, the issue of visualization, that is, how much the appearance of the simulator corresponds to the appearance of a traditional device, becomes of paramount importance.

Thus, the issue related to the visualization of the measurement process, i.e. the development of a virtual simulator, the appearance and functionality of which could be adjusted both during development and in the process of operation, becomes relevant.

Thus, a virtual measuring complex was developed in the form of a software package under the general name "Virtual Measuring Laboratory", which included several computer simulators.

The developed computer simulators can be used in the educational process both separately and as part of a general practical cycle.

The methodology for conducting a measurement experiment using a particular virtual simulator is practically the same as the existing methodologies inherent in the corresponding traditional measuring devices, and therefore is not considered in this article.

The developed software product has a modular structure and contains a control unit or software shell common to all virtual simulators that are part of the virtual measuring laboratory and allows the user to familiarize themselves with the structure of the virtual workshop, have direct access to the main sections of reference information. works, as well as save the results of the work, print a report on the results of the research, etc.

Conclusions.

An important feature of the developed software product is that its operation can be implemented in prompt mode, when the program actually controls the operator's actions, provides comments and prompts, and is also blocked when the operator performs actions that can cause a critical error.

The possibility of expanding the functionality of computer simulators, primarily those not inherent in traditional devices, is practically unlimited.

Therefore, depending on the purpose of each specific virtual simulator, some modules of the software product contain interactive spreadsheets, time charts, and graphs that reflect the physical processes occurring in the device during a measurement experiment, which helps to increase the efficiency of the learning process.

As for the field of application of virtual computer simulators, in our opinion, it is first of all advisable to create them for modeling the most modern devices that are not yet part of the laboratory and technical base of the institution or the acquisition of which is difficult in terms of their cost, as well as at the preliminary stage of preparation for carrying out work on standard equipment, that is, in cases where access to standard measuring equipment is limited or impractical.

The developed software package is a complete and self-sufficient software product, which includes an installation module adapted for most software platforms.

This software product is fully adapted for use on the Internet or local computer networks.

Another important feature of the software product is that it is the basis for building virtual measuring devices and computer simulators of other types and types.

But it should be noted that the introduction of computer simulators into the learning process does not imply a certain replacement of standard traditional devices with their computer models, but on the contrary, it only complements and expands the capabilities of both teachers and students.

The issue related to the development of a concept and methodology for the joint use in the educational process of both standard traditional devices and their computer models-simulators still requires serious consideration and, unfortunately, is not the purpose of this publication.

In terms of further development of the software package, it should be noted that the possibilities of replenishing the fleet of virtual instruments are practically unlimited, so it would be interesting to build, for example, virtual analog instruments, spectrum analyzers, etc.

REFERENCES

1. Skopin Y.I. Improving the quality of the educational process by developing and testing software for an information and measurement system based on virtual computer simulators / Y.I. Skorin, O.V. Shcherbakov, I.O. Ushakova // Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Road University. Collection of scientific papers. X.: KhNADU. – 2022. – Issue. 96. – P. 141–145.
2. Skorin Y.I. Modern interactive teaching methods in the field of algorithmization and software testing as a concept for increasing the effectiveness of the educational process / Y.I. Skorin, O.V. Shcherbakov // Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Road University. Collection of scientific papers. Issue 94, – Kharkiv: KhNADU, 2021. – P. 232–236.
3. Skopin Y.I. Development and testing of software for an information-measuring system based on virtual computer simulators as a concept for increasing the effectiveness of the educational process / Y.I. Skorin, O.V. Shcherbakov, I.O. Ushakova // International scientific and practical conference “Information systems and technologies”: conference proceedings. Kharkiv - Odesa: Kharkiv National Economic University named after Semyon Kuznets, 2021. – P. 80–86.
4. Skorin Y.I. Virtual computer simulators as a concept for increasing the efficiency of the educational process / Y.I. Skorin // Baltic Scientific Journals PAHTEI. Bulletin of Higher Technical Educational Institutions of Azerbaijan. – Tallinn, 2021. – Volume 08, Number 04, 2021. – P. 95–105.
5. Skorin Y.I. Virtualization of the measurement process in mechatronic systems / Y.I. Skorin, T. Y. Andryushchenko // Second International Scientific and Practical Conference: "Modern Information, Measurement and Control Systems: Problems and Prospects-2020" (MIMCS'2020), December 7-8, 2020, Baku, Azerbaijan, – P. 326–327.
6. Yuriy Skorin. Enhancing educational efficiency through virtual simulators / Yuriy Skorin // IT space of today: trends, innovations and development prospects: a collection of abstracts of the All-Ukrainian Scientific and Practical Student Conference (October 16, 2024, Kharkiv, Ukraine) [Electronic resource]: VN Karazin Kharkiv National University, 2024. – P. 115–118.
7. Yuriy Skorin. Enhancing the effectiveness of usability testing for user interfaces / Yuriy Skorin // International scientific journal "Computer systems and information technologies". No. 3. – Khmelnytskyi: Khmelnytskyi National University, 2023. – P. 65–74.

RAILROAD SIMULATION AS AN EDUCATIONAL GAME MODEL

SERHII YEVDOKYMOV (serhii.levdokymov@ksu.ks.ua)

Kherson State University

Abstract. This paper is devoted to the development of an interactive railway transport simulator, conceived as a serious game for educational purposes. The proposed model integrates gamification, visualization, and simulation algorithms, providing students with the opportunity to investigate the operational principles of railway systems in a safe virtual environment.

Introduction

Simulation and game-based environments are increasingly applied in the educational process as tools for enhancing both motivation and learning quality [1]. Railway systems represent complex infrastructure objects [2] that require engineering students to develop a solid understanding of logistics, traffic safety, and transport flow management. Therefore, the use of game-based simulators provides an opportunity to increase student engagement and support the practical acquisition of relevant skills [3, 4].

Problem solutions and result

In this work, a software simulator based on Railroads Simulator was implemented, modeling train movements, railway tracks, switches, and control logic. Interactivity is achieved through game mechanics such as difficulty levels, scenarios, and an evaluation system. The simulator can be employed as an educational tool in courses on transport technologies, logistics, or programming, since it enables the practice of scenarios involving potential cyber threats and technical failures.

The theoretical travel time of a train along a section of length L is calculated as:

$$t = \frac{v}{a} + \frac{\frac{v^2}{2a} - \frac{v^2}{2b}}{v} + \frac{v}{b} \quad 1.1$$

In Equation 1.1, a denotes acceleration, b denotes deceleration, and v represents the operating speed on the given section.

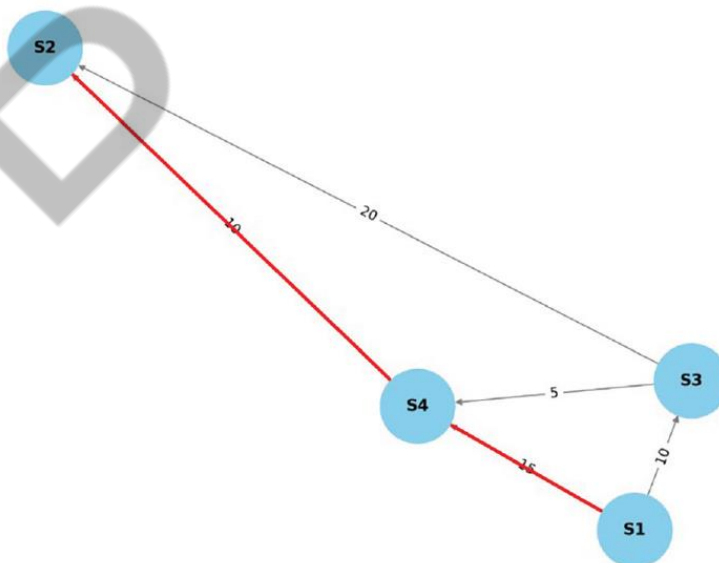


Figure 1. Shortest path in railway network

Fig. 1 shows an example of a railway network, where the shortest route between stations is marked in red. Such a model allows you to optimize the movement of trains in branched transport systems with

several possible directions. In the event of delays or damage to a certain section of the track, the Dijkstra algorithm quickly finds an alternative route, ensuring the continuity and efficiency of transportation. In modern conditions, the integration of railway infrastructure with information systems operating on the basis of wireless technologies is of particular importance [5].

Fig. 2 shows a UML class diagram of a software simulator of a railway network. It reflects the main entities of the system and their relationships: the Train class is responsible for the parameters of train movement (speed, acceleration, position); the Station class models railway stations with the possibility of arrival and departure of trains; the TrackSection class describes individual sections of tracks with a given length and maximum speed; the Signal class provides signaling state management. The Simulator class coordinates the operation of the entire model, combining trains, stations and track sections into a single interactive environment.

The proposed architecture enables flexible extension of the simulator's functionality by adding new components (timetables, safety mechanisms, optimization algorithms), making it suitable for analyzing transport processes and studying the resilience of railway systems.

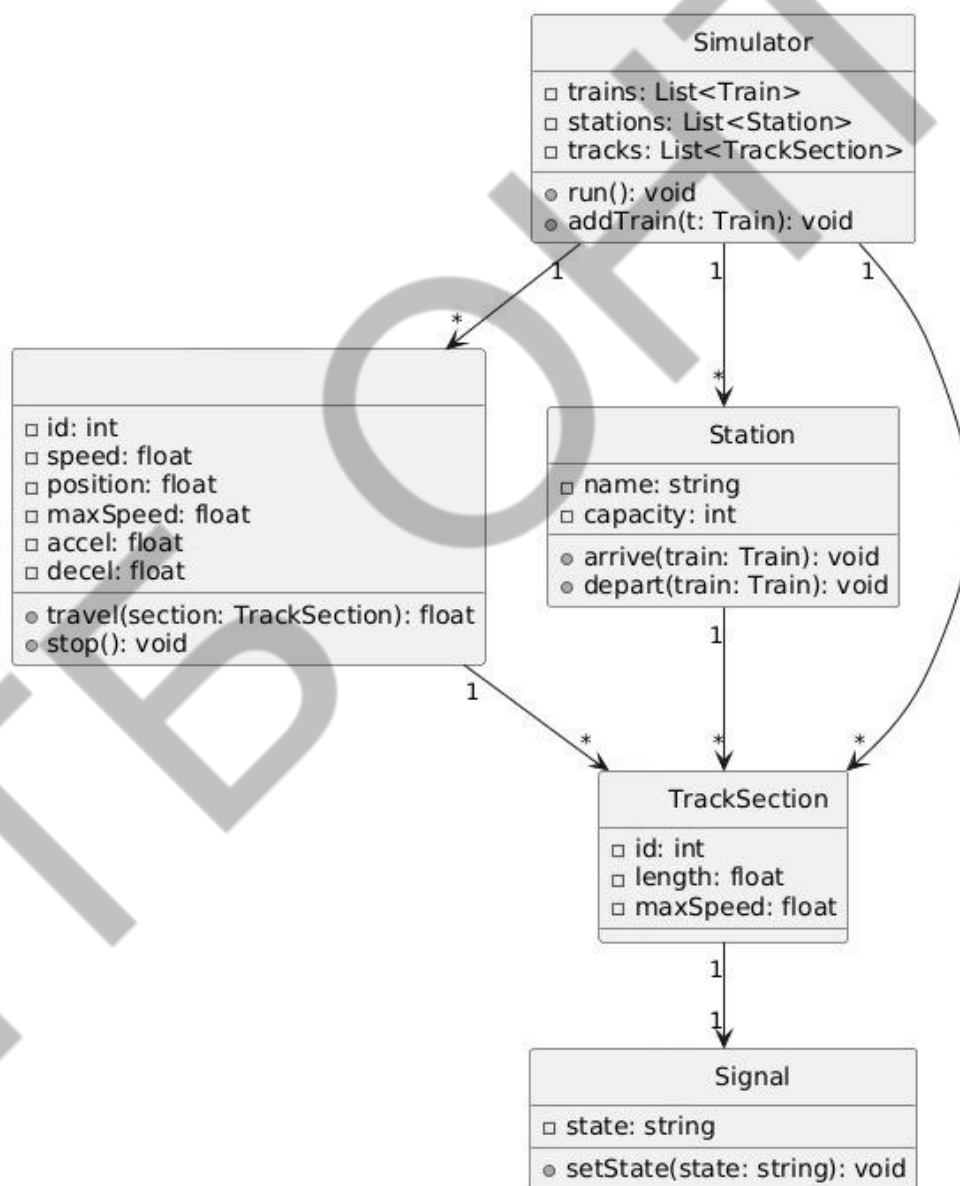


Figure 2. Class Diagram

An example of Python code is presented below, illustrating the calculation of a train's travel time over a specified track segment:


```

..
class Train:
    def __init__(self, accel=0.8, decel=0.9, vmax=25):
        self.accel, self.decel, self.vmax = accel, decel, vmax

    def travel_time(self, L):
        v_star = min(self.vmax, (2*self.accel*self.decel*L/(self.accel+self.decel))**0.5)
        return v_star/self.accel + v_star/self.decel
..

```

This fragment shows the basic physical model employed in the simulator, in which the effective maximum speed depends on the track length as well as the acceleration and deceleration parameters.

Conclusions

During the experiments, various scenarios were tested, including delays, track failures, and potential intrusions into the operation of information systems. The results confirmed that the application of Dijkstra's algorithm enables rapid restoration of optimal routes under disruption conditions, while the physical model of train motion provides a realistic estimation of travel times and safe intervals.

The developed railway network simulator constitutes an effective tool for the analysis and modeling of transport infrastructure. The application allows users to:

- simulate train movements on track sections while accounting for acceleration, braking, and temporal parameters;
- determine optimal routes using Dijkstra's algorithm, including the simulation of delay and failure scenarios;
- evaluate safe headways and practice system responses to possible technical or cyber threats.

Future research will focus on extending the simulator's functionality through the application of artificial intelligence methods for adaptive control and integration with heterogeneous environments [6].

REFERENCES:

1. J. C. Loa, J. van den Hoogen, and S. A. Meijer, «Testing Changes in the Railway System Through Gaming Simulation: How Different Types of Innovations Affect Operators' Mental Models,» *Advances in Simulation-Based Learning, Open Access CMS Conferences*, 2022, pp. 231–238.
2. G. D'Amico, M. Marinoni, F. Nesti, G. Rossolini, G. Buttazzo, S. Sabina, and G. Lauro, «TrainSim: A Railway Simulation Framework for LiDAR and Camera Dataset Generation,» *arXiv preprint, arXiv:2302.14486*, 2023.
3. Ю. К. Давидовський, О. А. Рева, О. В. Малєєва, «Метод моделювання параметрів мережі передачі даних для її модернізації», *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*, № 4 (6), 2018.
4. «Інтелектуальна система динамічної 2D-візуалізації пасажиропотоків для маршрутів громадського транспорту», Ю. Мацелюх та ін., 2022-2023.
5. Yevdokymov, S. (2025). Mathematical modelling and neural networks in the context of railway cybersecurity. *Information Technologies and Computer Engineering*, 22(2), 107-117. doi: 10.63341/vitce/2.2025.107
6. Letychevsky O. Methods of artificial intelligence in the modern world and technologies / Oleksandr Letychevsky // *Svitoglyad*. - 2023.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ У РОЗРОБЦІ ВІДЕОІГОР: ПОРІВНЯЛЬНИЙ ОГЛЯД UNREAL ENGINE ТА UNITY

С. АНДРЕЄВ (andreevgarage@gmail.com), В. АНДРЕЄВА (vandreeva813@gmail.com),

А. ТРУБЧАНИНОВА (trubcaninovanasta8@gmail.com),

Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей»

Чугуївської міської ради Харківської області

Ця стаття присвячена аналізу сучасного стану індустрії відеоігор, виявляючи ключові фактори, що сприяють її сталому розвитку попри зовнішні виклики. Особливу увагу приділено технологічним аспектам двох провідних ігрових двигунів Unity та Unreal Engine. Розглянуто причини популярності цих інструментів серед професійних розробників та інді-спільноти, включно з їхніми унікальними перевагами, такими як кросплатформність, можливості візуального програмування та доступність ресурсів. Дослідження підкреслює, як ці двигуни сприяють зростанню кількості розробників та розширенню можливостей для створення інноваційних ігрових проектів. Висновки статті надають комплексне уявлення про динаміку розвитку геймдеву, акцентуючи увагу на важливості вибору правильного технологічного інструментарію.

Індустрія відеоігор демонструє постійне зростання та розвиток, залучаючи значну кількість користувачів на глобальному рівні.

Процес розробки відеоігор є складною й багаторівневою діяльністю, яка охоплює низку етапів та залучає різнопланових спеціалістів. З 2019 року індустрія пішла на різкий спад через перенасичення ринку та ситуацію з пандемією COVID-19. Також змінилися переваги користувачів, які стали приділяти більше уваги сфері ігрових програм. Незважаючи на несприятливі воєнно-політичні обставини, які є наявними сьогодні в нашій країні та в багатьох країнах світу, кількість розробників неухильно зростає [1].

Причинами зростання кількості ігрових розробників є:

1. Стрімкий розвиток технологій, таких як потужні графічні процесори та високошвидкісний інтернет, що дозволяє створювати складні та візуально вражаючі ігри, які приваблюють все більше гравців;

2. Інструменти розробки, такі як Unity та Unreal Engine [2], роблять створення ігор доступним як для професіоналів, так і для індірозробників, сприяючи появі успішних незалежних проектів.

Зміни у культурних звичках зробили ігри важливою частиною дозвілля. Вони стали не тільки способом розваги, а й платформою для соціальної взаємодії, особливо в сучасний період. Різноманітність жанрів та форматів, включаючи мобільні та казуальні ігри, робить їх більш доступними для широкої аудиторії.

Інтерес до кіберспорту та стрімінгу також відкриває нові горизонти для кар'єрного зростання та визнання серед гравців. Активні спільноти, що формуються навколо ігор, сприяють обміну досвідом та створенню контенту. Ці фактори не тільки збільшують кількість гравців, а й посилюють інтерес до розробки ігор, що в результаті призводить до процвітання промисловості геймдева.

Підхід для розробки кожної ігрової програми є унікальним. Різні двигуни представляють різні можливості для швидкої реалізації завдань, відповідність до обраної методології розробки. Unreal Engine займає лідируючі позиції у використанні як движок для проектів 2D та 3D, при цьому проекти відрізняються своїми масштабами. Проте все більшу популярність як двигун для розробки набуває Unity, що відрізняється відносною незалежністю обладнання від обчислювальних особливостей.

Більшість сучасних успішних інді-проектів реалізовані на Unity також через дешевизну ассетів Asset Store магазину аддонів, що прискорюють розробку та надають грі унікальний стиль. Саме через збільшення попиту ринку Unity стає все більш популярним як двигун для початківців розробників.

Розглянемо, що саме є причиною популярності двох провідних на сьогоднішній день двигунів з розробки ігрових програм.

Перевагою IDE Unity є кросплатформність. Це дозволяє створювати програми для різних платформ з мінімальними змінами в налаштуваннях збирання. Є доступним Asset Store з величезною кількістю ресурсів, включаючи як платні, так й безкоштовні моделі, скрипти та інструменти. Доступність безкоштовної версії із широким функціоналом робить Unity популярним серед індірозробників та невеликих компаній. Гнучкість проєктів дозволяє створювати платформні, ізометричні 2D та 3D проєкти, а також мобільні додатки. Активне ком'юніті надає безліч вичерпних ресурсів щодо створення та налаштування проєктів. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс спрощує процес налаштування інспектора та розробки скриптів. Підтримка C# - однієї з найпопулярніших мов програмування є значною плюсом. Можливості анімації в Animator дозволяють налаштовувати анімації за умовами у окремому вікні IDE. Інтеграція з хмарними сервісами полегшує створення мережових програм, а інструменти візуалізації дозволяють створювати та налаштовувати складні візуальні елементи, надаючи додаткам унікальний стиль.

Переваги IDE Unreal Engine включають потужну графіку, що забезпечується високоякісним рендерингом та підтримкою сучасних технологій, таких як Ray Tracing. Доступність безкоштовної версії з можливістю використання всіх функцій для досягнення певного доходу робить його привабливим для індірозробників.

Отже, кросплатформенність дозволяє створювати ігри для різних пристроїв, включаючи консолі, ПК та мобільні платформи. Візуальне програмування за допомогою Blueprints спрощує процес розробки, дозволяючи користувачам без глибоких знань коду створювати складні механіки. Інструменти для роботи з анімацією та фізикою забезпечують реалістичні рухи та взаємодії об'єктів. Великий Marketplace пропонує готові ресурси, такі як моделі, текстури та плагіни. Спільнота розробників активно ділиться знаннями та ресурсами, що полегшує процес навчання. Інтеграція з хмарними сервісами та підтримка VR/AR технологій роблять Unreal Engine ідеальним для розробки сучасних ігор та додатків. Нарешті, наявність потужних інструментів для створення рівнів та оточень дозволяє створювати деталізовані та захоплюючі ігрові світи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

3. А. Б. Рибалка, Розробка комп'ютерних ігор для «чайників». Львів: Сокіл, 2021.
4. "Best Game Engines for Beginners: Top 10 Picks to Start (2025)," Stack Interface, 2025. [Online]. Доступно: <https://stackinterface.com/best-game-engine-for-beginners/> [Дата звернення: 24.08.2025].

УДК 004.9

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ТА РОЗВИТКУ ІНКЛЮЗИВНОГО ТУРИЗМУ

С. АНДРЕЄВ (andreevgarage@gmail.com), В. РЕДІНА (stkharikov@ukr.net),
В. ПАВЛЕНКО (pavlenkoveronika061009@gmail.com),
Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей»
Чугуївської міської ради Харківської області

Збереження культурної спадщини, особливо важкодоступних або зникаючих об'єктів, є критично важливим завданням. Це також актуально для соціальної інтеграції людей з обмеженими можливостями, яким традиційні туристичні напрямки часто недоступні. Ця стаття досліджує потенціал технологій віртуальної реальності як інструменту для вирішення цих проблем. Віртуальна реальність створює імерсивний досвід «телеприсутності», дозволяючи користувачам занурюватися у віртуальний світ. Аналізується використання 360-градусної зйомки для музеїв та 3D-сканування (фотограмметрія) для віддалених об'єктів. Особлива увага приділяється інклюзивним функціям, таким як симуляція інвалідного візка та телепортація, що підвищують доступність. Доведено, що симулятори віртуальної реальності можуть формувати

наміри відвідати туристичні об'єкти в реальному житті та викликати позитивні емоції. Таким чином, інтеграція археологічних знань і комп'ютерних технологій є перспективним напрямом для створення інклюзивного та доступного середовища для всіх, хто бажає долучитися до культурної спадщини.

Збереження культурної спадщини для майбутніх поколінь є найважливішим завданням в сучасному розвитку туризму. Особливої уваги заслуговують туристичні напрямки, які є під загрозою зникнення, важкодоступні через географічні, економічні та політичні причини. Також це особливо актуально для пам'яток, що знаходяться під загрозою руйнування через природні або антропогенні фактори. Багато унікальних місць нашої планети можуть незабаром зникнути через зміни клімату, тому збереження таких об'єктів за допомогою сучасних технологій стає критично важливим для передачі їх культурної та історичної цінності наступним поколінням. Забезпечення доступу людей до подібних місць є актуальним завданням, що веде до розробки нових туристичних продуктів. Велику увагу варто приділяти туристам з обмеженими можливостями, які не можуть користуватися більшістю туристичних сервісів у повному обсязі. У зв'язку з цим виникає потреба максимально реалістично передавати таким туристам атмосферу та особливості відвідуваних місць. Таким чином, рішення, що дозволяє підвищити доступність туристичних напрямків та якість надання туристичних послуг людям з обмеженими можливостями, є актуальною сучасною потребою успішного розвитку туризму.

Технології віртуальної реальності розширюють межі уяви користувача шляхом створення іммерсивного досвіду, тобто повністю занурюючи його в штучно створений світ, де він може взаємодіяти з об'єктами так, ніби вони були реальними. Дана характеристика, що відрізняє віртуальну реальність від традиційних медіа, називається «телеприсутністю». Віртуальна реальність активно використовується у туристичному маркетингу, управлінні туризмом та при вивченні споживчої поведінки туристів.

Наміри людей використовувати технологію віртуальної реальності визначають їх первісні уявлення про її корисність та зручність використання. Також варто приділити увагу таким факторам, як вартість використання віртуальної реальності, якість візуальної складової, інтерактивність оточуючих елементів й прагнення індивіда до нових відчуттів.

Віртуальна реальність допомагає людям викликати більше позитивних емоцій щодо туристичного місця. Вона не замінює реальну подорож, але дає змогу сформувати наміри відвідати туристичний об'єкт у реальному житті.

Підвищення соціальної інтеграції людей з обмеженими можливостями все ще залишається серйозною проблемою в нашому суспільстві, незважаючи на зусилля, які вживаються в цьому напрямі останні десятиліття. Дана соціальна група часто стикається з архітектурними бар'єрами, які заважають їм насолоджуватися відвідуванням туристичних об'єктів. Якщо складна архітектура заважає відвідуванню в рамках звичайної екскурсії, вона явно стає проблемою для людей в інвалідних візках, для яких огляд об'єкта практично неможливий через перешкоди, створювані сходами, вузькими коридорами, нерівними підлогами чи сходами [4].

В даний час культурна спадщина сприймається як важливий інструмент, що сприяє соціальної інтеграції. Зважаючи на це важливі розробки, що сприяють популяризації культурної спадщини й відкривають нові можливості для досліджень на стику комп'ютерних та гуманітарних наук. Віртуальна реальність може принести користь усім, але люди з обмеженими можливостями, які не можуть подорожувати повною мірою, можуть отримати максимальну користь від використання подібних симуляторів.

Коли люди піддаються впливу віртуальної реальності, їхня телеприсутність збільшується в порівнянні зі звичайним 2D-поданням, а завдяки можливості взаємодіяти з навколишнім середовищем у віртуальній реальності інформація засвоюється легше та швидше. Для досягнення найкращого результату необхідно підбирати технологію створення віртуального простору з урахуванням особливостей об'єкта. Для реалізації екскурсій музеями та галереями ефективніше використовувати метод 360-градусної зйомки, оскільки він дозволяє досягати максимальної реалістичності оточення. Безліч музеїв, у тому числі Харківський історичний музей імені М.Ф. Сумцова [2] (рис. 1), дозволяють кожному бажаючому зробити захоплюючу ходу їх залами, не

виходячи з дому. Однак для важкодоступних місць краще застосовувати технології 3D-сканування, такі як лазерне сканування та фотограмметрія.



Рис. 1. Експозиція Харківського історичного музею імені М.Ф. Сумцова.
Секція «Археологія»

Наприклад, завдяки використанню методу фотограмметричної візуалізації Structure from Motion при створенні реалістичних 3D-моделей, відвідувачі музею Underwater Malta можуть зануритися в недосяжні глибини океану та виявити на його дні історичні об'єкти, затонувші кораблі та літаки (рис. 2) [3].

З метою формування позитивного досвіду використання технології у людей обмеженою рухливістю необхідна підтримка пересування по симуляції в інвалідному візку.

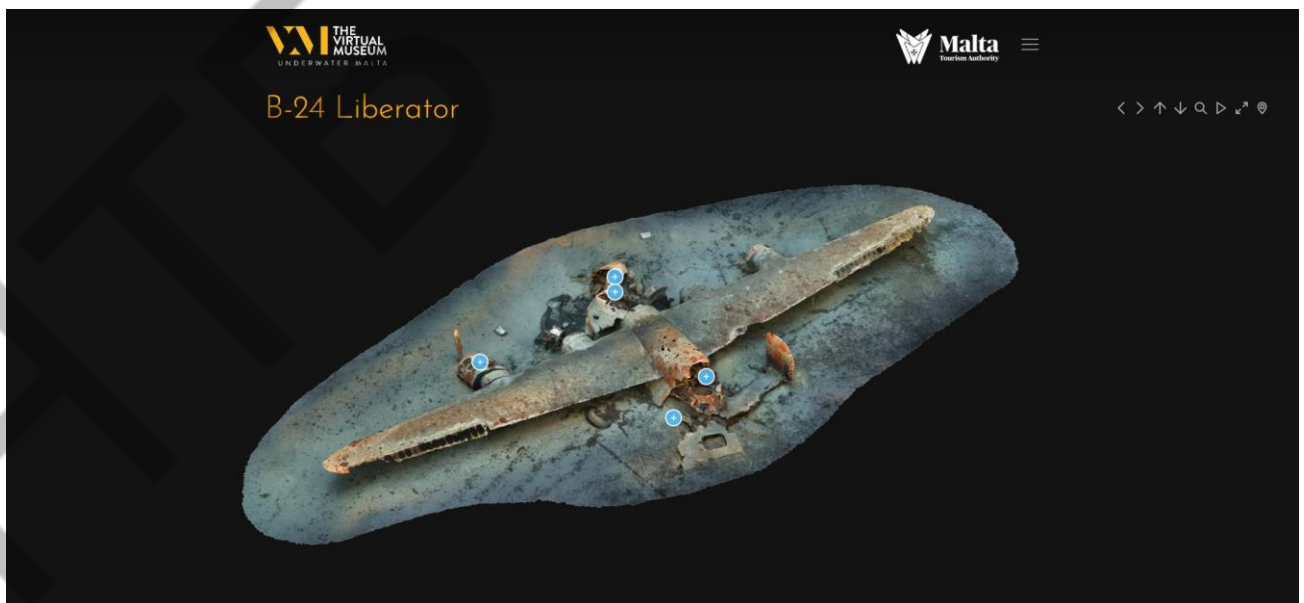


Рис. 2. Експозиція літака B24 Liberator у The virtual museum «Underwater Malta».

У даному контексті контролери руху повинні спонукати користувача рухати колеса інвалідного візка, щоб пересуватися. Для подолання непрохідних ділянок та більш зручного переміщення в цілому найкращим вибором є реалізація такої віртуальної техніки пересування як телепортація. За допомогою цього механізму користувач вказує місце, куди хоче переміститися.

При активації точка огляду користувача миттєво переміщується у вказане місце. На додаток до описаних вище переваг варто відзначити, що віртуальна реальність інтегрується в додатки для персональних комп'ютерів, які надають доступ до віртуальних турів широкому колу користувачів без необхідності купувати спеціалізоване обладнання.

Отже, справжню цінність технології знаходять лише тоді, коли вони слугують благополуччю людини. Описана розробка поєднує археологічні знання з 3D-моделюванням та комп'ютерною графікою для створення віртуального занурення, яке дозволяє реалістично відвідувати об'єкти культурної спадщини у віддаленому режимі. Таким чином, технології віртуальної реальності можуть не лише розширити межі сприйняття туризму, а й надати унікальний досвід для людей з обмеженими можливостями, створюючи інклюзивне та доступне середовище для усіх, хто бажає торкнутися культурних пам'яток.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

5. T. Griffin, J. Giberson, and S. H. Lee, "Virtual reality and implications for destination marketing," in *Proceedings of the 48th Annual Travel and Tourism Research Association (TTRA): Advancing Tourism Research Globally*, Quebec City, QC, Canada, 2017. [Online]. Available: [semanticscholar.org>paper](https://semanticscholar.org/paper)

6. Харківський історичний музей імені М.Ф. Сумцова, «Офіційний сайт». [Online]. URL: <https://museum.kh.ua/>. (дата звернення: 25 серпня 2025 р.).

7. Віртуальний музей Underwater Malta, «Експозиція B24 Liberator». [Online]. URL: <https://underwatermalta.org/discover/b24-liberator/>. (дата звернення: 26 серпня 2025 р.).

УДК 004.582

МЕТОДИКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІГРОВІЗАЦІЇ ОЗДОРОВЧИХ ВПРАВ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНИХ ШАБЛОНІВ ІГРОВИХ МЕХАНІК ТА НЕЙРОМЕРЕЖІ MEDIAPIPE

БЕЗУГЛА А.І., БЛАЖКО О.А. (alinabezuglaya123@gmail.com, blazhko@op.edu.ua)

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація. Розглянуто методику автоматизованого створення *ExerGame-ігор* на основі шаблонів програмного коду контролю рухів ігрових/неігрових персонажів адаптації та розпізнаванням рухів гравця на основі нейромережі *MediaPipe*.

Вступ. За останнє десятиліття з'явилися комп'ютерні ігри типу *ExerGame* («Exercise» – «фізична вправа», «Game» – гра), які використовують апаратно-програмні засоби взаємодії гравця з комп'ютером для керування персонажем гри через розпізнавання природних рухів тіла гравця [1]. *Exergame-ігри* класифікують як «рекреаційні *Exergames*» (орієнтовані на розваги) або «серйозні *Exergames*» (цілеспрямовано спроектовані з певною метою), які представляють «цифрову технологію охорони здоров'я гравця із м'язово-індукованими рухами тіла для керування виконанням і взаємодії з ігрофікованими вправами чи завданнями, що подаються через занурюваний або незанурюваний дво- чи тривимірний традиційний, віртуальний, доповнений або змішаний графічний інтерфейс користувача» [2]. Вже створено багато «рекреаційних *Exergames*», які формують індустрію «*Interactive or Virtual Fitness Market*» для гравців [3]. Процес створення «серйозних *Exergames*» повинен базуватися на трансдисциплінарній співпраці дослідників, медичних працівників та галузевих експертів [4], інакше використання гри може створити різні проблеми зручності використання, пастки для здоров'я та безпеки гравців-пацієнтів [5]. Тому для розробки *ExerGames* бажано використовувати спеціалізовані фреймворки, наприклад:

– *Multidisciplinary Iterative Design of Exergames (MIDE)* – методологічний фреймворк трансдисциплінарної співпраці за принципами ітеративного дизайну, коли гра створюється і вдосконалюється в кілька циклів із тестуванням на користувачах-пацієнтах [4];

– *Serious Game P-III Framework (P-III)* як методологічний фреймворк трансдисциплінарної співпраці, який базується на 3-х принципах: *Player-centered design (P)* – орієнтація на гравця, *Iterative development (I)* – ітеративний процес розробки, *Interdisciplinary collaboration (I)* – міждисциплінарна співпраця [6];

– *Domain-Specific Languages for MS Kinect Physics-Based Video Games (PhyDSLk)* – технічний фреймворк для створення *Exergames* із використанням інфрачервоної камери *MS Kinect* та генерації коду на основі моделі гри [7];

– *GamePlay Bricks* – теоретична модель поєднання ігрових механік з когнітивними функціями, яка базується на ідеї модульного підходу: складні ігрові системи можна розкласти на «цеглинки» (*bricks*), які є елементарними одиницями ігрової дії [8].

Постановка проблеми. Аналіз представлених фреймворків визначив наступне:

– фреймворки *MIDE*, *P-III*, *Bricks* надають лише проектну документацію без побудови програмних модулів;

– фреймворк *PhyDSLk* будує програмні модулі, але лише для інфрачервоної камери *MS Kinect* без можливості підключення інших пристроїв, наприклад, звичайної вебкамери;

– фреймворки не містять шаблони програмного коду контролю рухів ігрових та неігрових персонажів для автоматизованого програмування динаміки гри (частота зміни подій, пов'язаних з неігровими персонажами, швидкість руху ігрового персонажу) та механіки гри (напрямки рухів ігрового персонажу та неігрових персонажів, які впливають на рекомендований напрямок руху ігрового персонажу).

Мета роботи. Розробити методику автоматизованого створення *ExerGame*-ігор на основі шаблонів програмного коду контролю рухів ігрових/неігрових персонажів адаптації та розпізнавання рухів гравця на основі нейромережі *MediaPipe*.

Опис рішення. Для досягнення мети роботи запропоновано основні етапи комп'ютерної ігровізації оздоровчих вправ на основі нейромережі *MediaPipe* (рисунок 1).

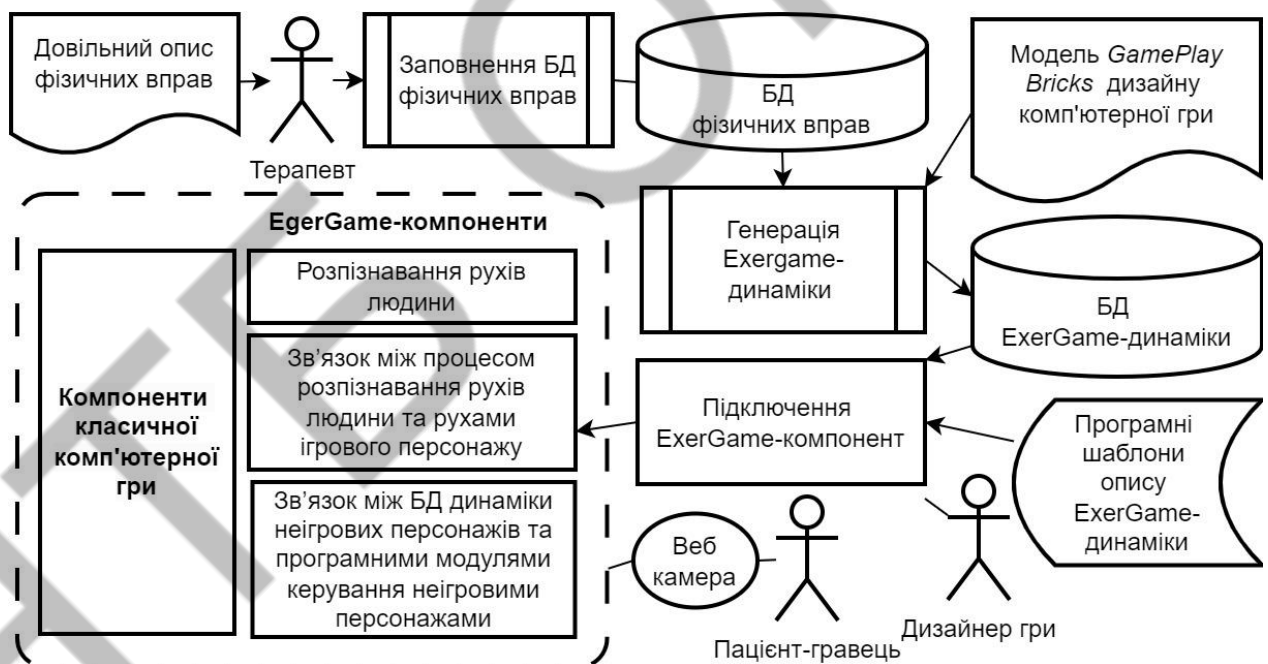


Рисунок 1 – Основні етапи методіку комп'ютерної ігровізації оздоровчих вправ на основі нейромережі *MediaPipe*

Вказані етапи мають наступні особливості:

1) терапевт заповнює БД фізичних вправ, кожна з яких містить назву вправи, впорядковану множину статичних жестів, швидкість (часову затримку) переходу між жестами, а кожний статичний жест описується кутами між окремими суглобами скелету людини, наприклад, кут правої передньої ноги та талії є кутом між лінією від правого плеча до правого стегна та лінією від правого стегна до правого коліна і в цьому випадку йога-позу воїна II можна описати наступною

комбінацією приблизних кутів частин тіла: кут 90° в обох плечах, 180° в обох ліктях, кут 90° в передній частині ноги і талії, кут 180° в коліні ззаду, кут 135° у талії;

2) дизайнер генерує *ExerGame*-механіки/динаміки, використовуючи БД фізичних вправ та модель ігрового дизайну *GamePlay Bricks*, за результатами якої заповнюється БД динаміки (час появи та швидкість руху неігрових персонажів, швидкість руху ігрового персонажу) та БД механіки (місце появи на екрані та траєкторія руху неігрових персонажів), враховуючи особливості *Game*-механік ігрового персонажу, наприклад:

- використання *Game*-механіки «Уникнути» дозволяє створити рух неігрових персонажів, які вимагають гравця виконувати відповідні рухи тіла для уникнення зіткнення ігрового персонажу з неігровими персонажами;

- використання *Game*-механіки «Узгодити» дозволяє створити рух неігрових персонажів, які вимагають гравця виконувати відповідні рухи тіла для торкання ігровим персонажем неігрових персонажів.

3) для адаптації вже існуючої комп'ютерної гри до *ExerGame*-гри або створення нової *ExerGame*-гри необхідно врахувати наявність наступних програмних модулів:

- програмний модуль розпізнавання рухів людини, який базується на нейромережі *MediaPipe*;

- програмний модуль зв'язку між процесом розпізнавання рухів людини та рухами ігрового персонажу;

- програмний модуль зв'язку між БД динаміки неігрових персонажів та програмними модулями керування неігровими персонажами;

4) *ExerGame*-розширення описуються у вигляді програмних шаблонів зі змінними частинами коду, які зв'язуються з *ExerGame*-динамікою;

5) пацієнт-гравець через вебкамеру комп'ютера виконує фізичні вправи, допомагаючи ігровому персонажу перемогти у грі, враховуючи визначені *Game*-механіки.

На поточний момент створено [9]:

- реляційну модель бази даних опису фізичних вправ у форматі кутових характеристик.

- *Python*-програму, яка на основі нейромережі *Mediapipe* розпізнає фізичні вправи, а на основі заповнених таблиць визначає правильність їх виконання;

- приклади опису 6-ти фізичних вправ для ший.

Висновки. Запропонована методика автоматизованого створення *ExerGame*-ігор на основі шаблонів програмного коду контролю рухів ігрових/неігрових персонажів адаптації та розпізнаванням рухів гравця на основі нейромережі *MediaPipe* дозволить спростити процес перетворення класичних комп'ютерних ігор, в яких керування персонажами виконується клавішами клавіатури або комп'ютерної миші, у *ExerGame*-ігри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] C. S. P. de Medeiros, L. B. A. Farias, M. C. d. L. Santana, T. B. F. Pacheco, R. R. Dantas, та F. A. d. C. Cavalcanti, «A systematic review of exergame usability as home-based balance training tool for older adults», *PLoS ONE*, vol. 19, no. 8, e0306816, 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0306816.
- [2] Manser, P., E. D. de Bruin, J.-J. Temprado, L. Bherer, and F. Herold, "Beyond 'just' fun: The role of exergames in advancing health promotion and disease prevention," *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 176, Art. no. 106260, 2025, doi: 10.1016/j.neubiorev.2025.106260.
- [3] L. Wang, W. Feng, J. Zhang, and T. Li, "Fitness or socializing-A multi-dimensional analysis of online fitness communities users," *iScience*, vol. 27, no. 7, Art. no. 109753, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.isci.2024.109753.
- [4] Y. Li, J. Muñoz, S. Mehrabi, L. Middleton, S. Cao, and J. Boger, "Multidisciplinary Iterative Design of Exergames (MIDE): A framework for supporting the design, development, and evaluation of exergames for health," in *HCI in Games*, vol. 12211, X. Fang, Ed. Cham: Springer, 2020, pp. 128–147. doi: 10.1007/978-3-030-50164-8_9
- [5] A. T. Bayrak, "Compassionate Game Design: A Holistic Perspective for a Player-centric Game Design Paradigm for Games4health," *Int. J. Adv. Intell. Syst.*, vol. 13, no. 1 & 2, pp. 1–18, 2020. [Online]. Available: http://www.iariajournals.org/intelligent_systems/

- [6] A. Berglund, T. Jaarsma, H. Orädd, J. Fallström, A. Strömberg, L. Klompstra, and E. Berglund, "The Application of a Serious Game Framework to Design and Develop an Exergame for Patients With Heart Failure," *JMIR Formative Research*, vol. 8, p. e50063, 2024. doi: 10.2196/50063.
- [7] M. T. Baldassarre, D. Caivano, S. Romano, et al., "PhyDSLK: a model-driven framework for generating exergames," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 80, pp. 27947–27971, 2021. doi: 10.1007/s11042-021-10980-3.
- [8] G. Ben-Sadoun and J. Alvarez, "Gameplay Bricks Model, a Theoretical Framework to Match Game Mechanics and Cognitive Functions," *Games and Culture*, vol. 18, no. 1, pp. 79–101, 2023. doi: 10.1177/15554120221080925
- [9] А. І. Безугла, О. А. Блажко, "Реляційна база даних кутового опису фізичних вправ з використанням нейромережі Mediaripe," *Матеріали П'ятнадцятої Міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених "Сучасні інформаційні технології - 2025"*, Одеса, Україна, 15–16 травня 2025 р., с. 172–174. doi: 10.5281/zenodo.15662865

УДК 004.8

МОБІЛЬНІ ІГРИ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ (AR): ПОЄДНАННЯ IOS ARKIT І МАШИННОГО НАВЧАННЯ

ВДОВЕНКО Д.О., СЕДИХ О.Л. (dmitryvdvnk@gmail.com, olgased@ukr.net)
Національний університет харчових технологій

Доповнена реальність (AR) активно трансформує мобільні ігри, дозволяючи взаємодіяти з віртуальним контентом у реальному світі. Використання ARKit від Apple у поєднанні з технологіями машинного навчання створює нові можливості для персоналізованого ігрового досвіду: розпізнавання об'єктів, міміки, жестів і контексту простору. Це підвищує інтерактивність, занурення та варіативність ігор у сфері розваг, освіти та фітнесу.

Вступ. Доповнена реальність (AR) у мобільних іграх дозволяє інтегрувати віртуальний контент у реальний світ користувача. Поєднання ARKit від Apple із технологіями машинного навчання забезпечує розпізнавання об'єктів, жестів та міміки, підвищуючи інтерактивність ігрового процесу та створюючи персоналізований досвід для гравця.

Основна частина. Фреймворк **ARKit** забезпечує мобільні додатки потужними інструментами для відстеження простору, аналізу геометрії, розпізнавання об'єктів та людських облич. Основні функції ARKit у мобільних іграх:

- розташування віртуальних об'єктів на поверхнях реального світу;
- створення інтерактивних сцен, які реагують на рухи гравця;
- організація міні-ігор із використанням реальних предметів.

Ігри на кшталт **Pokémon GO**, **Angry Birds AR** та **AR Robot** демонструють ефективність таких технологій, забезпечуючи нові способи взаємодії користувача з цифровим світом [1].



Рисунок 1 – Принцип роботи ARKit

Впровадження **машинного навчання** значно розширює функціональність ARKit:

- розпізнавання об'єктів та людей через Vision або Core ML;
- аналіз міміки та жестів для керування ігровим процесом;
- адаптивна поведінка NPC, що реагують на зміни простору;
- персоналізація сюжету залежно від дій гравця та характеристик його оточення.

Наприклад, AR-гра може визначити реальний стіл як арену, а пляшку води — як бонусний об'єкт, або сприйняти усмішку гравця як команду для персонажа.

Фреймворк **RealityKit** доповнює ARKit, додаючи анімацію 3D-моделей, фізику та звук, що робить сцени більш реалістичними. Машинне навчання інтегрується через **Create ML** або імпорт моделей у форматі Core ML для роботи без підключення до інтернету [2, 3].

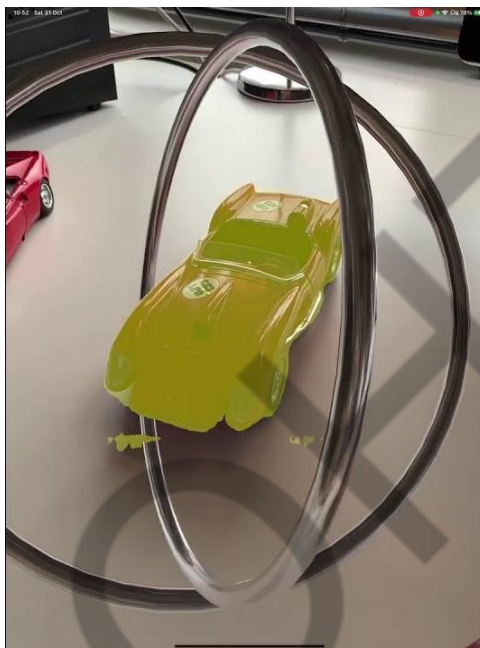


Рисунок 2 – Взаємодія ARKit та Core ML

Особливу увагу варто приділити **AR Geo Anchors**, що дозволяє прив'язувати AR-об'єкти до реальних геолокацій. Це відкриває можливість створення міських квестів і пригодницьких ігор, що інтегрують фізичне місце користувача з цифровим контентом [4].

Висновки. Інтеграція доповненої реальності ARKit із технологіями машинного навчання (Core ML, Vision) створює платформу для мобільних ігор нового покоління. Вони здатні бачити навколишній світ, аналізувати дії гравця, розпізнавати об'єкти, жести і міміку, а також формувати динамічні AR-сюжети. Використання RealityKit та локальних моделей ML дозволяє розробникам створювати інтерактивні та захопливі ігри без постійного інтернет-з'єднання. Це відкриває широкі перспективи для розваг, освіти та здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Apple, ARKit Documentation. Apple Developer Documentation [online]. Available: <https://developer.apple.com/documentation/arkit>
2. Çelik E., SwiftUI + Core ML + ARKit—Create an Object Detection iOS App. Medium [online]. Available: <https://medium.com/better-programming/swiftui-core-ml-arkit-create-an-object-detection-ios-app-2c74fc57d984>
3. Apple, RealityKit Documentation. Apple Developer Documentation [online]. Available: <https://developer.apple.com/documentation/realitykit>
4. Apple, ARGeoAnchor Documentation. Apple Developer Documentation [online]. Available: <https://developer.apple.com/documentation/arkit/argeoanchor>

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОСТОБРОБКИ В ІГРАХ

ВІТКОВСЬКИЙ М.Р. (vitkovskijm@gmail.com)

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Наведено аналіз постобробки в іграх та її методів, яка використовується для покращення візуального стилю.

Постобробка (Post-processing) – це комплекс певних методів обробки зображення, який застосовується після основного рендеру сцени, але до фінального виведення кадру на екран. По суті, це є проміжний етап, який дозволяє модифікувати або покращувати візуальний вигляд зображення без необхідності повторного рендерингу всієї геометрії або текстур сцени [1].

Вона реалізує обчислювальні алгоритми на рівні пікселів, використовуючи інформацію з буферів сцени для створення ефектів, які підвищують естетичну та функціональну якість фінального зображення. Існує безліч методів постобробки, кожен з яких має на меті різний результат, як і різні системні вимоги. В дослідженні будуть розглянуті певні рішення постобробки, як от ToonShader, Color Grading з LUT-мапами, Stylized Postprocessing Shaders та фільтр Кувахари (Kuwahara Filtering).

Розглянемо кожен метод детальніше:

Toon Shader створює ефект малюнка, подібний до мультфільму, шляхом спрощення освітлення та тіней. Він використовує обмежену кількість відтінків замість плавних градієнтів, що надає зображенню "плоский" вигляд, характерний для коміксів та аніме. Цей ефект широко використовується в іграх, де бажано досягти стилізованого вигляду, наприклад, у таких проектах, як The Legend of Zelda: Breath of the Wild.

Метод Color Grading з LUT-мапами використовує таблиці пошуку (LUTs), які змінюють кольорову палітру зображення, щоб досягти бажаного настрою чи візуального стилю. Це дозволяє швидко застосовувати різноманітні колірні ефекти, такі як теплі або холодні відтінки, вінтажний вигляд або кінематографічний стиль [3]. Ця техніка часто використовується для встановлення атмосфери гри, наприклад, для створення відчуття тривоги або спокою. Вона також дозволяє досягти кінематографічного вигляду, подібного до фільмів.

Stylized Postprocessing Shaders (Стилізовані шейдери постобробки) додають художні ефекти до зображення, такі як контури, текстури, малюнкові ефекти або навіть стилізовані тіні. Вони дозволяють створювати унікальний візуальний стиль, що відрізняється від реалістичного вигляду [4]. Використовується для досягнення унікального художнього стилю в іграх, наприклад, для створення вигляду, подібного до картини чи мультфільму. Це дозволяє виділити гру серед інших завдяки її візуальній унікальності.

Фільтр Кувахари (Kuwahara Filtering) є типом розмиття, що зберігає краї зображення. Він працює, розбиваючи зображення на чотири області навколо кожного пікселя, обчислюючи середнє значення в кожній області та вибираючи ту, де варіація кольору найменша. Це дозволяє зменшити шум, зберігаючи при цьому деталі [5]. Цей фільтр використовується для досягнення ефекту, подібного до живопису, з м'якими переходами кольорів і чіткими контурами. Він часто застосовується в художніх іграх, де важливий візуальний стиль.

У ході дослідження було проаналізовано методи постобробки, які застосовуються у сучасній ігровій графіці, зокрема Toon Shader, Color Grading з використанням LUT-мап, Stylized Postprocessing Shaders та фільтр Кувахари. Було встановлено, що кожен із розглянутих методів виконує власну, специфічну функцію: Toon Shader забезпечує стилізацію кінцевого зображення шляхом обмеження градієнтів освітлення для досягнення мультяшного ефекту. Color Grading за допомогою LUT-мап дає можливість модифікувати колірну палітру сцени, формуючи бажану атмосферу та кінематографічний вигляд; Stylized Postprocessing Shaders сприяють створенню художнього візуального стилю через застосування контурів, текстур та інших декоративних ефектів. Фільтр Кувахари забезпечує згладжування зображення із збереженням контурів, що дозволяє досягти ефекту живописного відображення сцени. Застосування цих методів у комплексі

дозволяє не тільки підвищити естетичну привабливість ігор, а й формувати унікальну візуальну ідентичність продукту. Результати дослідження свідчать, що сучасні техніки постобробки є ефективним інструментом для управління стилем та емоційним сприйняттям ігрової сцени.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] What Is Post-Processing in Video Games? [Online]. Available: <https://culturedvultures.com/post-processing-video-games/>
- [2] Toon shader: Bring retro 2D style to 3D computer graphics [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/solutions/toon-shader>
- [3] H. Alisavakis, My take on shaders: Color grading with Look-up Textures (LUT) [Online]. Available: <https://halisavakis.com/my-take-on-shaders-color-grading-with-look-up-textures-lut/>
- [4] C. Berube, Stylized Post Processing Shaders [Online]. Available: <https://charlesberube.artstation.com/projects/18E0be>
- [5] Kuwahara filter [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Kuwahara_filter

УДК 004.8:004.92:794.8

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ – ПРОРИВ У СВІТІ КОМП'ЮТЕРНИХ РОЗВАГ

ВЛАСЮК Д. В. (04-25-097.stud@vntu.vn.ua)

Вінницький національний технічний університет

У статті розглядається використання генеративного штучного інтелекту та машинного навчання у якості допоміжного інструменту у комп'ютерних іграх та інших видах розваг. Автор описує те, як штучний інтелект у генерації віртуальних світів, характерів персонажів, квестів та внутрішньоігрових подій. Він порівнює використання попередньо згенерований контент із змодельованим на ходу за допомогою сучасних ШІ- та media-акселераторів.

Штучний інтелект – як інструмент наративу ігрового сюжету;

Проблема: зменшення інтересу гравця під час повторного проходження гри; індивідуалізація ігрового процесу та його адаптація для різних вікових категорій;

Відеоігри дозволяють нам проникнути у світ, відмінний від реального, що повний вибору, квестів та наповнення. Але, на відміну від реального, у віртуальному світі вибори гравця залежать тільки від програміста, який створив гру. Це і передається в той час, коли гравець переграє гру наново. Всі варіанти відповіді, всі несподіванки уже не вражають гравця. Гра стає нудною, та зникає бажання продовжити геймплей. Тут і з'являється перше використання ШІ – а саме його властивість неповторності. Кожна генерація, кожна відповідь є особливою, не схожою на попередні.

З появою open-world ігор постало питання генерації світу. Замість того, щоб уручну додавати дерева, гори та печери, почало зростати використання процедурної генерації світів. Для прикладу гра No Man's Sky (Hello Games, 2016) процедурно згенерувала цілий всесвіт, повний унікальних планет, де кожна не схожа на попередню. Понад 18 трильйонів планет було згенеровано таким способом, кожна маючи свою екосистему, клімат та ландшафт. [1] Для ручного генерування стількох світів знадобилося б величезна кількість часу, якби не PCG. [2]

Але PCG є не єдиним способом використання ШІ. Ігрові сценарії та діалоги є основною частиною будь якого геймплею. Звісно, що запрограмований текст полегшує роботу розробника, але у кінці робить гру більш передбачуваною. Через це у геймдев-індустрії розвивається розробка генеративних систем, що здатні динамічно будувати квести та діалоги, вивчаючи поведінку та дії гравця. [3] Наприклад, студія ArtIntelly описує ШІ-ботів, що створюють діалоги в режимі реального часу. [3] Окрім того, інструменти розробки вже мають спеціалізовані GPU-фреймворки (Unity, Unreal Engine), що містять PCG-бібліотеки.

Штучний інтелект у якості регулювання складності

Проблема: занадто груба реалізація рівнів складності; підтримка нових гравців та підсилення складності для професіоналів;

Динамічне налаштування складності (Dynamic Difficulty Adjustment, DDA) – це підхід, коли гра автоматично змінює рівень виклику залежно від майстерності та поведінки гравця. Основною метою адаптивного ШІ є підтримувати оптимальний рівень виклику, щоб гра не була ані занадто легкою, ані надто складною. [4] Наприклад, аналітичні системи можуть оцінювати час проходження ділянки чи частоту промахів гравця і відповідно сповільнювати чи прискорювати появу ворогів. Дослідники відзначають, що подібне «підлаштовування» робить ігри комфортними як для початківців, так і для хардкорних гравців. [5]

Класичним прикладом адаптивності є система **AI Director** у серії *Left 4 Dead* (Valve). Вона регулює появу ворогів, розташування предметів і події на рівні так, щоб зберегти напругу: якщо гравці проходять забіги легко – Director збільшує кількість зомбі, якщо ж гравець у затяжній боротьбі – дає перепочинок. [6] Іншим прикладом є ремейк *Resident Evil 2* (2019): незвичний антагоніст «Тиран» (Mr. X) безперервно переслідує гравця, але його поведінка змінюється залежно від дій гравця – він може раптово увірватися крізь стіни або раптово «заснути», створюючи постійну непередбачуваність. [7] Такі методи підтримують бажаний рівень напруги й у свою чергу підвищують реіграбельність.

Переваги DDA включають персоналізований ігровий досвід та підвищену зацікавленість гравців. [4] [5] Однак розробники відзначають труднощі: потрібно ретельно балансувати алгоритми, щоб вони не давали відчуття «штучного» регулювання складності та не створювали непередбачуваних глюків. Незважаючи на це, технологія стає дедалі популярнішою – вже впроваджено подібні механіки у *F.E.A.R.* і *Alien: Isolation*, де ШІ-переслідувачі підлаштовуються під поведінку гравця [7], а також в інших іграх з «живими» ворогами.

NPC – напевні цікаві персонажі, або як ШІ керує їхніми рухами

Проблема: банальність поведінки неігрових персонажів; пустий світ, або запрограмовані рухи персонажів;

Багато ігор використовують оптимізовані алгоритми для моделювання поведінки неігрових персонажів (NPC). Класичними підходами є скінченні автомати та поведінкові дерева, що відповідають за базові реакції NPC. Наприклад, у шутері *F.E.A.R. (Monolith, 2005)* враховуються тактичні дії: вороги динамічно пристосовуються до стратегії гравця, займають укриття, флангують і змінюють поведінку в реальному часі. У серії *Halo (Bungie/343 Industries)* штучні противники (Ковенант, Повінь) виявили високий рівень імітації людської поведінки – вони координовано маневрують, використовують укриття та мобільно реагують на атаку гравця. [8] Такі системи ґрунтуються на планувальниках та автоматах станів, а в подальшому можуть доповнюватися нейронними мережами.

Навчання і адаптація. Нові підходи передбачають використання глибокого навчання для підвищення гнучкості ШІ. Так, дослідницькі агенти на основі підсиленого навчання опанували складні ігри: система *AlphaStar* від *DeepMind* досягла рівня *Grandmaster* у *StarCraft II* [9], а *OpenAI Five* перемогла чемпіонів світу в *Dota 2* [10]. Хоча ці технології поки що застосовуються у наукових експериментах, вони демонструють потенціал для майбутньої генерації тактичних стратегій і навчання NPC без явного програмування правил.

Соціальна поведінка NPC. У відкритих світах (MMO, RPG) NPC отримують власні розклади та реакції. Наприклад, у *Red Dead Redemption 2* чи *The Elder Scrolls V: Skyrim* поведінка оточуючих персонажів змінюється залежно від вчинків гравця, погодних умов тощо. Це досягається через складні системи правил (*Radiant AI*) і аналітику даних про ігровий процес. [4] Такий адаптивний ШІ робить світ живим: торговці змінюють ціни відповідно до попиту, NPC реагують на успіхи гравця й іншим чином впливають на навколишнє середовище, що підсилює занурення.

Перспективи розвитку ШІ та МН

Сучасні підходи до нарративу в іграх активно використовують ШІ для автоматизації діалогів і сюжетних гілок. Нейромережеві моделі (зокрема великі мовні моделі) дозволяють NPC вести природні та контекстуально багаті розмови з гравцем. [11] Наприклад, експериментальна гра *Facade* (2005) вперше продемонструвала потенціал таких систем: два персонажі реагують на

текстові репліки гравця та змінюють сюжет ходу розмови. Схожі ідеї реалізовано у Versu та інших іграх-симуляторах. У сучасному геймдеві цей напрям розвивається далі: у Watch Dogs: Legion (2021) система процедурно формує унікальні історії NPC на основі дій гравця. Зі здійснення певних завдань кожен персонаж може долучитися до команди гравця – завдяки цьому «гілки» сюжету і характер персонажа змінюються динамічно, а проходження стає унікальним.

Генерація квестів і сценаріїв. Алгоритми на основі ШІ генерують завдання та сюжетні події «на льоту». Нові генеративні моделі здатні створювати не лише діалоги, а й цілі місії з варіативними умовами. За даними індустрії, ШІ-боти нового покоління можуть генерувати різноманітні квести, діалоги та сюжетні повороти у реальному часі. Це значно розширює інструментарій розробника: довжина та сюжетна складність ігор підвищується без істотного зростання трудовитрат.

Персоналізація історій. Використання ШІ дозволяє адаптувати сюжет під стиль гравця. Збираючи дані про прийняття рішень, системи можуть змінювати розвиток подій (наприклад, модифікувати кінцівки квестів або реакції NPC). Це створює більш глибоку зв'язок між гравцем та персонажами. У довгостроковій перспективі очікується, що алгоритми машинного навчання зможуть навіть генерувати динамічні саундтреки та звуковий фон, що відгукується на внутрішньоігрові події та емоції гравця. [3]

Приклади сучасних технологій. Розробники вже експериментують із різними системами: крім згаданих вище, є комерційні рішення (Inworld.ai, Charisma.ai), які застосовують нейронні мережі для розмовних NPC. У деяких іграх четвертого покоління (наприклад, інді-проектах) вже інтегрують GPT-подібні моделі для створення нескінченних варіантів історій. Також ведуться дослідження використання ШІ як «Майстра гри» в настільних RPG – у таких системах ШІ міг би в режимі реального часу створювати квести і реагувати на рішення гравців. Таким чином ШІ стає інструментом, який доповнює традиційне сценаріювання ігрових сюжетів, роблячи їх більш гнучкими й адаптивними. [3] [11]

Висновки

Усі розглянуті напрями демонструють, що ШІ і МН уже суттєво змінюють дизайн та взаємодію в іграх. З одного боку, вони ускладнюють моделювання NPC ігровим поведінкам (планування дій, взаємодія, командна тактика) та підвищують глибину симуляції світу. З іншого – відкривають можливості генерації майже невичерпного контенту та персоналізованого наративу. З огляду на сучасні приклади (Left 4 Dead, F.E.A.R., No Man's Sky, Watch Dogs: Legion тощо), можна констатувати: поєднання алгоритмів машинного навчання з ігровим дизайном створює інноваційні комунікаційні моделі, де світ гри реагує на дії гравця динамічно. При цьому адаптивність і персоналізація розваги відкривають нові горизонти в освітніх, тренувальних і розважальних симуляціях. [5] Їхній розвиток означає, що майбутні ігри дедалі більше стають живими системами, у яких штучний інтелект виступає як повноправний автор контенту і оповіді. [5] [12]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] [2] [4] [6] [7] [8] Dynamic Difficulty: Exploring Adaptive AI in Video Games — Acer Corner <https://blog.acer.com/en/discussion/1594/dynamic-difficulty-exploring-adaptive-ai-in-video-games>
- [3] Як генеративні нейромережі змінюють досвід гравців і майбутнє геймдева <https://artintelly.com.ua/artificial-intelligence-altering-game/>
- [5] Як ШІ змінить ігри в майбутньому - прогнози | РБК-Україна <https://www.rbc.ua/rus/stylar/k-shi-pereverne-igrovu-industriyu-nayblizhchi-1741279207.html>
- [9] Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning | Nature https://www.nature.com/articles/s41586-019-1724-z?error=cookies_not_supported&code=91d4799b-3163-47ba-a3f7-0821fedc738e
- [10] [1912.06680] Dota 2 with Large Scale Deep Reinforcement Learning <https://arxiv.org/abs/1912.06680>
- [11] [12] The Nemesis System of Shadow of Mordor <https://modl.ai/the-nemesis-system-of-shadow-of-mordor/>

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТВОРЕННЯ МУЛЬТИПЛЕЄРНИХ ІГРОВИХ ЗАСТОСУНКІВ

ВОЙТКО В.В., КОВАЛЕНКО О.О., БАРЧУК Н.Є., ГАВРИЛЮК О.В., ЗЕЛІНСЬКИЙ В.Р.
(dekanfki@i.ua, ok@vntu.edu.ua, kafedra_pz_2105@ukr.net, vladislav.zelinskij.vz@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет

Розглянуто сучасні підходи до створення серверної частини мультиплеєрних ігрових застосунків, що забезпечують одночасну взаємодію великої кількості гравців у режимі реального часу. Описано особливості побудови клієнт-серверної архітектури, процеси масштабування за допомогою хмарних технологій, а також вибір мережесих протоколів для мінімізації затримок та підвищення надійності з'єднання. Наведено приклад діаграми послідовності, яка демонструє процес підключення гравця до ігрового лобі та обмін повідомленнями між основними компонентами системи.

Вступ

Мультиплеєрні ігрові застосунки потребують складної архітектури, яка забезпечує взаємодію великої кількості клієнтів у реальному часі. Ключовими викликами під час їх розробки є масштабованість, низька затримка, синхронізація станів гри та безпека передачі даних. У роботі проводимо аналіз особливостей створення серверної частини таких ігор.

Клієнт-серверна архітектура

Більшість сучасних мультиплеєрних ігор базується на архітектурі «клієнт-сервер». У такій системі сервер є центральним вузлом, який приймає дії користувачів, виконує обчислення ігрової логіки та розсилає результати всім учасникам. Клієнти передають запити на сервер і отримують від нього оновлення стану гри. Завдяки цьому досягається узгодженість ігрового процесу для всіх гравців. Обробка даних виконується на сервері [1]. Централізоване управління дозволяє уникати конфліктів серед користувачів та забезпечує контроль за даними [2]. Така архітектура полегшує підтримку й оновлення системи, оскільки зміни у серверній частині автоматично впливають на всіх клієнтів без потреби оновлення кожного клієнтського застосунку.

Особливості розробки серверної частини

Створення серверної логіки мультиплеєрної гри ґрунтується на кількох ключових підходах, які формують стабільну інфраструктуру. Найбільш надійним вважається авторитетний сервер, де всі ключові обчислення та перевірка дій гравців відбуваються централізовано. Це дозволяє уникнути підміни даних для клієнта і забезпечує чесність ігрового процесу [3].

У великих проєктах часто використовують розподілену інфраструктуру на базі хмарних технологій [4].

Важливим також є вибір мережесих протоколів. Для швидкої передачі даних у реальному часі зазвичай застосовують UDP або WebSockets, які дають змогу мінімізувати затримки. Для критично важливих операцій, де потрібна гарантована доставка, наприклад, для авторизації чи збереження прогресу гравця, доцільно використовувати TCP. Комбінація цих протоколів забезпечує баланс між швидкістю та надійністю роботи системи [5].

Синхронізація та обробка подій

Підтримка актуального стану гри для всіх активних учасників є одним з головних завдань. Сервер постійно розсилає оновлення, а клієнти синхронізують локальні копії ігрового світу з отриманими даними [3]. Щоб зменшити вплив мережесих затримок, на практиці використовуються спеціальні алгоритми. Dead Reckoning дозволяє прогнозувати положення об'єктів на основі попередніх параметрів руху. Lag Compensation коригує результати дій гравців, виконаних із запізненням. Крім того, застосовується методика постійної реплікації стану, завдяки якій усі гравці отримують ідентичну інформацію про ключові події у грі [6].

Діаграма послідовності та її робота

На рис. 1 наведено діаграму послідовності роботи серверної частини мультиплеєрної гри.

Діаграма послідовності ілюструє процес підключення гравця до лобі мультиплеєрної гри та подальшу взаємодію між основними компонентами системи. У сценарії задіяні користувач, інтерфейс програми, мережевий сервер та інші учасники ігрової сесії.

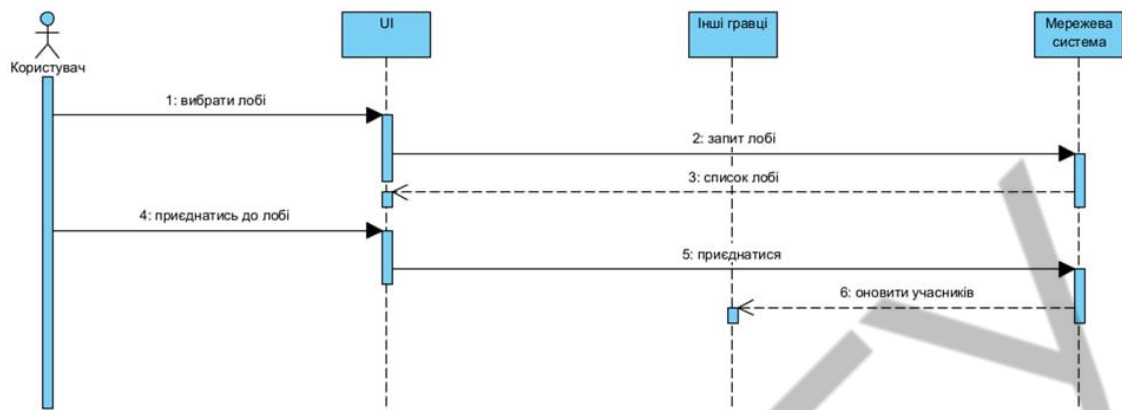


Рисунок 1 – Діаграма послідовності роботи серверної частини мультиплеєрного ігрового застосунку

Діаграма послідовності демонструє роботу сервера як центральної ланки обміну повідомленнями, що координує взаємодію всіх компонентів. Гравець у графічному інтерфейсі обирає опцію підключення до ігрового лобі. Інтерфейс передає запит до мережевої системи, яка обробляє його та повертає актуальний перелік доступних кімнат. Користувач переглядає список і робить вибір, після чого інтерфейс надсилає новий запит на приєднання. Сервер перевіряє доступність вибраного лобі, додає гравця до потрібної групи й повідомляє всіх інших учасників про нове підключення. Клієнти отримують оновлені дані. Інтерфейси користувачів відображають зміни в режимі реального часу. Завдяки чіткому порядку викликів і відповідей система гарантує цілісність ігрового середовища для кожного гравця незалежно від його мережевих умов.

Висновки

Розробка мультиплеєрних ігрових застосунків є складним багаторівневим процесом, у якому поєднуються мережеве програмування, проєктування серверної інфраструктури та алгоритми обробки даних у реальному часі. Серверна архітектура забезпечує взаємодію між гравцями. Використання сучасних мережевих технологій і хмарних сервісів дозволяє системі масштабуватися та витримувати значні навантаження.

Діаграма послідовності демонструє важливість централізованого контролю за обміном даними у процесі взаємодії між клієнтом, інтерфейсом та сервером із забезпеченням узгодженості ігрового процесу. Застосування описаних технологій дозволяє створювати стійкі та продуктивні багатокористувацькі ігри, здатні підтримувати велику кількість одночасних підключень і забезпечувати стабільність ігрових сесій за різних мережевих умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Multiplayer Game Architectures [Електронний ресурс] – https://developer.valvesoftware.com/wiki/Source_Multiplayer_Networking
2. Gaffer on Games – *What Every Programmer Needs To Know About Game Networking* [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://gafferongames.com/post/what_every_programmer_needs_to_know_about_game_networking/
3. WebSockets vs UDP in Games [Електронний ресурс] – <https://developer.mozilla.org>
4. Amazon Game Tech – *Building Scalable Multiplayer Games* [Електронний ресурс] – <https://aws.amazon.com/blogs/gametech/building-scalable-multiplayer-games/>
5. Gregory J. *Game Engine Architecture* (3rd Edition). – CRC Press, 2018. – 1024 с.
6. Fowler M., Parsons R. *Patterns of Enterprise Application Architecture* – Addison-Wesley, 2012. – 560 с.

МЕТОДИКА ІНТЕГРАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ЗI SCRATCH-РЕПОЗИТОРІЯ З МІКРОКОНТРОЛЕРОМ ARDUINO ДЛЯ БАЛАНСУЮЧИХ ДОШОК

ВОЛКОВ А.С., БЛАЖКО О.А. (asanvolkov20@gmail.com, blazhko@op.edu.ua)

Національний університет «Одеська політехніка»

Анотація. Розглянуто методику інтеграції комп'ютерних ігор з відкритого Scratch-репозиторію з мікроконтролером Arduino Nano, підключеного до балансуючих дошок, для швидкого створення ExerGame-ігор, які забезпечують комп'ютерну ігровізацію фізичних рухів на дошках. Методика використовує середовище TurboWarp та Python WebSocket-сервер.

Вступ. Сьогодні апаратно-програмні засоби для людино-комп'ютерної взаємодії широко застосовуються для розпізнавання природних рухів людини, дозволяючи керувати віртуальними середовищами через фізичні дії, зокрема у розважально-тренувальних іграх типу ExerGames («exercise» + «game») [1]. Відомо, що балансуючі дошки (Rocker-дошка для коливання вліво/вправо або Wobble-дошка для коливання у всіх напрямках) використовуються для підтримки сенсомоторних функцій людини [2]. Існує багато комерційних систем комп'ютерної ігровізації дошок, які використовують спеціалізовані датчики зміни кута нахилу, наприклад, системи «My Fitness Trainer», Bobobalance, а також система Plankpad, яка використовує вбудовані датчики зміни кута нахилу Android/iOS-смартфонів.

Постановка проблеми. Усі представлені системи використовують закрите програмне забезпечення, що обмежує дослідження ігор та можливу їх модифікацію для особливої адаптації під рухи гравця-пацієнта. Лише система Plankpad [3] надає вільний доступ до програмного забезпечення для смартфонів, встановлених на будь-які, можливо, власноруч створені, Rocker-дошки. Для швидкої адаптації ігрових сценаріїв під ExerGame-ігри доцільно застосовувати відкриті освітні середовища, наприклад, Scratch або Blockly – візуальні середовища програмування на основі кольорових блоків [4]. Хоча Scratch найчастіше розглядається як шкільний інструмент створення комп'ютерних програм із простою 2D-графікою, які не можна порівнювати із комерційними 3D-іграми, Scratch надає доступ до вже працюючих комп'ютерних ігор, створених школярами з усього світу, розміщених у відкритому файловому репозиторії ігор та перевірених через тестування збоку інших великої спільноти користувачів. Це підтверджується результатами досліджень у роботі [5], де представлено міждисциплінарний Exergame підхід для навчання студентів 1-го курсу в дисципліні «Фізичне виховання». Підхід пропонує студентам модифікувати 63 комп'ютерні гри за темами олімпійських видів спорту з відкритого репозиторію, надаючи контроль рухів гравця через розпізнавання рухів студентів за допомогою нейронної мережі PoseNet. В роботі [6] представлено приклади використання різних датчиків у Blockly-подібному середовищі програмування мобільних застосунків MIT App Inventor. Але відкритий репозиторій ігор для MIT App Inventor налічує не більше десятка ігор через обмежену спільноту розробників. У роботі [7] подано рекомендації щодо застосування Exergame-технологій з використанням середовища Scratch4Arduino, бюджетного мікроконтролера Arduino Nano та модуля з датчиками гіроскопа/акселерометра. Але це середовище створює програмні модулі, сумісні лише з Scratch v.1.4, та не дозволяє імпортувати модулі, створені у Scratch v.3, де вже є комп'ютерні ігри, готові для швидкої інтеграції до комп'ютерної ігровізації балансуючих дошок. Додатковим недоліком Scratch4Arduino середовища є необхідність запуску програм лише з самого середовища без створення автономних програмних модулів.

Мета роботи. Розробити методику інтеграції комп'ютерних ігор з відкритих Scratch/Blockly-репозиторіїв з мікроконтролером Arduino Nano, підключеного до Rocker/Wobble балансуючих дошок, для створення автономних програмних модулів з іграми ExerGame-типу, які забезпечують комп'ютерну ігровізацію фізичних рухів на дошках.

Опис рішення. Для досягнення мети роботи було проведено аналіз Scratch/Blockly-середовищ програмування за критеріями: можливість підключення мікроконтролера Arduino (Arduino-Direct) або можливість підключення окремого серверу для отримання даних від Arduino (HTTP-server); виконання програмних модулів Scratch v.3; автономний запуск програмних модулів

за межами середовища розробки (*Auto-launch*). Було проаналізовано середовища (табл. 1): *TurboWarp*, *Snap4Arduino*, *Microsoft MakeCode*, *Google Blockly*, *mBlock*.

За результатами аналізу обрано середовище *TurboWarp*.

Таблиця 1 – Аналіз *Scratch/Blockly*-середовищ програмування за критеріями

Середовище	<i>Arduino-Direct/ HTTP</i>	<i>Scratch v.3</i> <i>format</i>	<i>Auto-launch</i>
<i>TurboWarp</i>	<i>HTTP-server</i>	+	+
<i>Snap4Arduino</i>	<i>Arduino-Direct</i>	-	-
<i>Microsoft MakeCode</i>	<i>Arduino-Direct</i>	-	-
<i>Google Blockly</i>	<i>Arduino-Direct, HTTP-server</i>	+	-
<i>mBlock</i>	<i>Arduino-Direct, HTTP-server</i>	+	-

Методика інтеграції *Scratch/Arduino* містить етапи:

- 1) вибір комп'ютерної гри зі *Scratch*-репозиторію та локальне збереження файлу;
- 2) завантаження файлу з комп'ютерною грою до середовища *TurboWarp*;
- 3) підключення блоків зв'язку із сервером та читання *Gyro*-даних кута нахилу дошки;
- 4) додавання блоків перевірки значень кута нахилу дошки, при яких перевищення значення відповідає руху персонажа в одному напрямку, інакше – рух в іншому напрямку;
- 5) додавання блоків вибору рівня складності гри;
- 6) створення автономного програмного модуля, незалежного від середовища.

На рисунку 1 наведено схему взаємодії компонент інтеграції *Scratch/Arduino*.

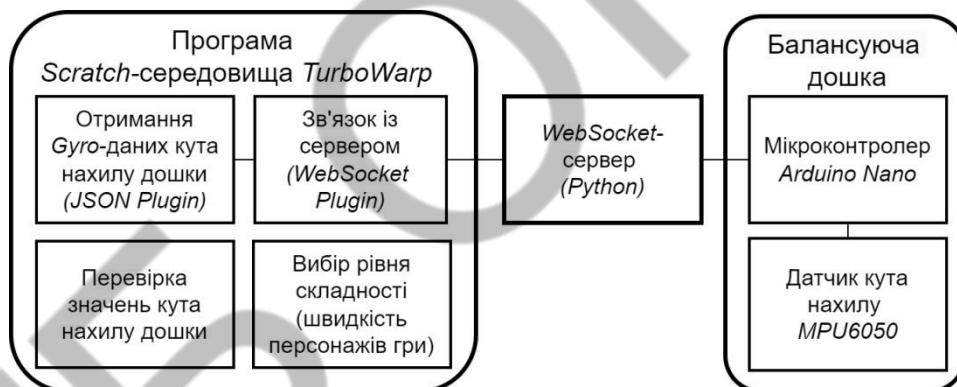


Рисунок 1. Схема взаємодії компонент інтеграції *Scratch/Arduino*

Середовище *TurboWarp* отримує дані від *Arduino* через підключення до *WebSocket*-серверу, використовуючи *Plugin*-бібліотеки *WebSocket* та *JSON* з обробки даних. *Python*-сервер отримує дані від *Arduino*, підключеного до вільного *COM*-порта. Для створення автономного програмного модуля необхідно у *TurboWarp* обрати пункт меню *Packager* та визначити тип застосунку, наприклад, поодинокий *html*-файл з усіма *javascript*-бібліотеками або каталог з множиною програм для запуску із урахуванням операційної системи.

Запропоновану методику апробовано на прикладі комп'ютерної гри «*Ping-Pong*», *Scratch*-проект ID = 118945544. На рисунку 2 представлено фрагменти програми: (фрагмент 1) основний екран гри, де комп'ютер керує одною ракеткою, а гравець – іншою, використовуючи клавіші вліво/вправо; (фрагмент 2) блоки повноекранного режиму гри та з'єднання з *WebSocket*-сервером (*IP=localhost*, *port= 8867*); (фрагмент 3) блоки отримання повідомлень від сервера та *JSON*-обробки змінних *gyro_x*, *gyro_y*; (фрагмент 4) блоки контролю рухів ракетки через перевірку значень кута нахилу дошки, отримані з сервера, де 500 – середнє значення горизонтального положення дошки; (фрагмент 5) – блоки встановлення значень швидкості ракети гравця та швидкості м'яча для різних рівнів складності; (фрагмент 6) – приклад керування ракеткою через нахили балансуєчої дошки руками гравця.

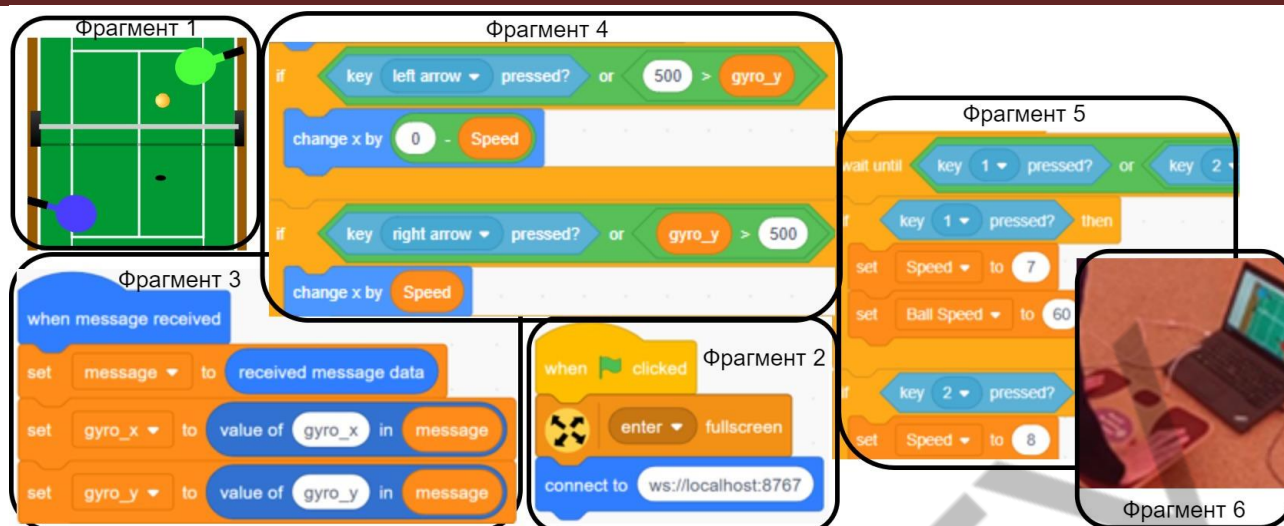


Рисунок 2. Фрагменти програмних блоків комп'ютерної гри «Ping-Pong»

Висновки. Запропонована методика інтеграції *Scratch/Arduino* компонент дозволила спростити процес створення комп'ютерних ігор *ExerGame*-типу для *Rocker/Wobble* балансуючих дошок за рахунок використання програм з відкритого *Scratch*-репозиторію та бюджетних мікроконтролерів *Arduino Nano* із датчиками кута нахилу. Створений *Python WebSocket*-сервер дозволить у майбутньому впровадити механізм адаптації динаміки гри до фізичних можливостей гравця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. C. S. P. de Medeiros, L. B. A. Farias, M. C. d. L. Santana, T. B. F. Pacheco, R. R. Dantas, та F. A. d. C. Cavalcanti, «A systematic review of exergame usability as home-based balance training tool for older adults», *PLoS ONE*, vol. 19, no. 8, e0306816, 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0306816.
 2. J. A. Kwon, Y. K. Shin, D. J. Kim, та S. R. Cho, «Effects of Balance Training Using a Virtual Reality Program in Hemiplegic Patients», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 5, art. 2805, 2022, doi: 10.3390/ijerph19052805.
 3. M. Prince, «Effect of plankpad gaming and isometric exercise on the core strength of selected high school students», *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 9, no. 7, pp. 19–22, 2020.
 4. P. Dúo-Terrón, «Analysis of Scratch Software in Scientific Production for 20 Years: Programming in Education to Develop Computational Thinking and STEAM Disciplines», *Education Sciences*, vol. 13, no. 4, p. 404, 2023, doi: 10.3390/educsci13040404.
 5. O. Blazhko, V. Podhorna, A. Kokotieieva, and O. Ivanov, «Scratch Posenet exergame prototyping for learning process support in physical education», *Proc. Int. Conf. on Applied Innovation in IT*, vol. 12, no. 1, pp. 59–63, 2024, doi: 10.25673/115642.
 6. T. Adiono, S. F. Anindya, S. Fuada, K. Afifah, and I. G. Purwanda, «Efficient Android Software Development Using MIT App Inventor 2 for Bluetooth-Based Smart Home», *Wireless Personal Communications*, vol. 105, no. 1, pp. 135–151, Jan. 2019, doi: 10.1007/s11277-018-6110-x
- A. S. Volkov and O. A. Blazhko, «Recommendations for using of Exergame technologies for balance boards in different hardware/software configurations», in *Proc. XVII Int. Sci. Pract. Conf. Information Technologies and Automation (IT&A 2024)*, Odessa, Ukraine, Oct. 31–Nov. 1, 2024, pp. 709–712. ONUT Publishing House. [Online]. Available: <https://www.ontu.edu.ua/download/konfi/2024/Collection-of-abstracts-of-the-conference-ITIA-2024.pdf>

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ТА МОНЕТИЗАЦІЯ У СПЕЦІАЛІЗОВАНОМУ МОБІЛЬНОМУ ЗАСТОСУНКУ AVOCADO

ГАНДРИБІДА В.В., ВОЙТКО В.В., ЧЕРНОВОЛИК Г.О.
(gandribidav@gmail.com, dekanfki@i.ua, lina2433@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет

Розглянуто бізнес-модель мобільного застосунку AVOCADO, спрямованого на пошук доступних продуктів та планування здорового раціону. Особливу увагу приділено монетизації, що поєднує freemium-модель, партнерські програми та рекламні інтеграції. У мобільну систему інтегровано гейміфікацію як засіб залучення й утримання користувачів.

Вступ

Мобільний застосунок AVOCADO – це спеціалізована мобільна система, яка поєднує функціонал пошуку потрібних продуктів у доступних магазинах, планування раціону та економію коштів із гейміфікацією, що дозволяє популяризувати систему серед кола потенційних користувачів.

Монетизація застосунку AVOCADO

Серед джерел монетизації застосунку AVOCADO виділимо:

- freemium – додаток безкоштовний, але у преміум версії дає персональні поради, рецепти «тільки для своїх» і забезпечує відсутність реклами;
- партнерські стосунки з супермаркетами – додаток отримує відсоток з покупок;
- реклама – розміщення банерів і промоакцій у списках товарів та рецептів;
- аво-coin – засіб гейміфікації, внутрішня валюта за активність (кошик, відгуки, опитування); її можна обміняти на знижки, преміум чи навіть мерч із логотипом AVOCADO.

У табл. 1 зведено результати аналізу очікуваних прибутків від різних джерел.

Таблиця 1 – Очікувані прибутки від різних джерел

Джерело прибутку	Прибутки, \$	Коментар
Донати від користувачів	> 1	Символічна підтримка, але стабільна база
Реклама від Google (AdMob)	0.0005 – 0.01 за перегляд, 0.02 – 0.05 за клік	Наймасовіше джерело доходу
Монетизація відео на YouTube (канал AVOCADO)	0.01 – 0.03 за перегляд	Додатковий PR + пасивний дохід
Реклама від брендів (прямі інтеграції)	> 100	Співпраця з великими мережами та виробниками
Партнерські комісії з супермаркетів	1–5% від покупки	Основна частина доходу
Продаж преміум-підписки	3–7 на місяць з користувача	Високомаржинальний дохід
Брендовані товари (мерч)	5–30 за одиницю	Формує лояльність та додатковий прибуток

Способи та стратегії залучення користувачів

Для ефективного залучення та масштабування аудиторії запропоновано багатоканальний підхід, що поєднує онлайн та офлайн інструменти. Ключовими вважаємо активне ведення соціальних мереж для формування спільноти, оптимізацію застосунку (ASO) для виведення в топ Google Play та App Store, таргетовану цифрову рекламу, включаючи банери в подібних застосунках та рекламу від партнерів і спонсорів. Для охоплення масової аудиторії передбачено використання офлайн-каналів, зокрема, реклами в супермаркетах чи громадському транспорті. Додатковими стимулами виступають реферальні програми та внутрішньоігрове самопросування, що винагороджуються валютою Avo-coin. Такий комплексний підхід забезпечує синергію з моделлю монетизації, сприяючи швидкому росту бази користувачів.



Рисунок 1 – Способи залучення користувачів

Висновки. Мобільний застосунок AVOCADO поєднує гейміфікацію та багатоканальну монетизацію, що забезпечує утримання користувачів і стабільний фінансовий потік. Freemium-модель, партнерські програми та рекламні інтеграції стимулюють активність і створюють додаткові джерела доходу. Багатоканальна маркетингова стратегія (онлайн і офлайн) забезпечує комплексне залучення аудиторії та може бути адаптована для інших спеціалізованих мобільних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

5. Швидка, О. П. Використання мобільних додатків для просування товарів і послуг [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ir.kneu.edu.ua/items/d4fc4ee2-8722-455f-9d73-fc010c4a430b>
6. Станова, А. Мобільні застосунки в системі мобільного маркетингу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://reicst.com.ua/pmt/article/download/2024-13-04-05/2024-13-04-05/1216>
7. Монетизація мобільних застосунків: яку модель обрати? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dou.ua/forums/topic/44293/>
8. Юренко, В. Просування мобільних додатків: поради та інструменти [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mc.today/uk/blogs/prosuvannya-mobilnyh-dodatkov-vid-bazovyh-strategij-do-psyhologichnyh-tonkoshhiv/>
9. Мільярдний бізнес підписок у AppStore [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://brander.ua/blog/milyardnyy-biznes-pidpysok-u-appstore>

УДК 004.8:004.93'1:004.42

ПРОПОЗИЦІЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНИХ ПІДКАЗОК У ГРІ НА PYTHON З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

ГЛИНЧУК Л.Я. (lydmilaglin@ukr.net)

Волинський національний університет імені Лесі Українки

У тезах розглянуто концептуальний підхід до створення адаптивної системи підказок у грі з використанням Python та алгоритмів машинного навчання. Запропоновано структуру рішення, що включає збір даних про дії гравця, аналіз поведінки на основі моделей класифікації та динамічне відображення підказок. Продемонстровано приклад коду для навчання простої моделі на Python із застосуванням бібліотеки scikit-learn. Зазначено перспективи подальшої розробки

прототипу гри та перевірки ефективності запропонованого підходу. Результати можуть бути корисними для розробників навчальних ігор та дослідників у сфері гейміфікації.

Адаптивні системи підказок є важливим елементом сучасних ігор, оскільки вони підвищують залучення гравця, підтримують інтерес та зменшують рівень фрустрації. Традиційні ігрові системи підказок зазвичай надають допомогу у фіксовані моменти або після певної кількості невдалих спроб, що не завжди враховує індивідуальні особливості гравців. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати процес визначення оптимального моменту для надання допомоги, враховуючи стиль гри, швидкість навчання та рівень складності завдань. Такий підхід забезпечує персоналізацію ігрового досвіду та сприяє створенню більш інклюзивних і комфортних умов для різних категорій користувачів. Крім того, адаптивні підказки мають значний потенціал для застосування в освітніх і серйозних іграх, де підтримка гравця може сприяти більш ефективному засвоєнню навчального матеріалу та формуванню мотивації до подальшого навчання.

Мета дослідження: проаналізувати можливості застосування Python та алгоритмів машинного навчання для створення адаптивної системи підказок у грі, розробити концептуальну модель та описати можливий підхід до реалізації.

Основні результати. У роботі запропоновано концептуальну схему системи, яка могла б включати кілька взаємопов'язаних модулів для гнучкого й адаптивного функціонування підказок у грі.

По-перше, пропонується підхід до **збору даних про дії гравця**, де потенційно можуть фіксуватися кількість спроб, час розв'язання завдань, кількість помилок і характер взаємодії з ігровими об'єктами. Ці дані формували б вхідний набір ознак для подальшого аналізу.

По-друге, розглядається **концепція модуля аналізу поведінки**, який міг би застосовувати алгоритми машинного навчання (класифікація та регресія) для прогнозування необхідності підказки в режимі реального часу. Передбачено можливість використання як класичних методів (Random Forest, Logistic Regression), так і більш складних моделей, зокрема нейронних мереж, для підвищення точності прогнозу.

По-третє, запропоновано **модуль генерації підказок**, який потенційно міг би формувати підказки різного рівня деталізації: від легких натяків до покрокових інструкцій. Це дозволило б підтримувати баланс між викликом та допомогою, не знижуючи мотивацію гравця.

По-четверте, передбачено **інтерфейс інтеграції з грою**, що динамічно відображав би підказки залежно від контексту та рівня складності. Запропоновано можливість керування частотою показу підказок і адаптації до прогресу гравця.

Як інструментарій пропонується використання бібліотек Python:

- **pandas** – для збору й попередньої обробки даних;
- **scikit-learn** – для навчання й тестування моделей класифікації;
- **pygame** – для інтеграції з ігровою логікою та візуалізації підказок у реальному часі.

Додатково пропонується можливість **зберігання даних у форматі JSON** для подальшого аналізу й оптимізації моделей, а також інтеграція з хмарними сервісами для збору статистики з великої кількості гравців. Такий підхід відкриває перспективи масштабування системи та підвищення її адаптивності для різних ігор і цільових аудиторій.

Розглянемо приклад коду на Python:

```
import pandas as pd
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier

# Приклад простої моделі
data = pd.DataFrame({
    'mistakes': [0, 3, 5, 1, 4],
    'time': [30, 120, 200, 60, 150],
    'hint_needed': [0, 1, 1, 0, 1]
})

X = data[['mistakes', 'time']]
y = data['hint_needed']

model = RandomForestClassifier()
model.fit(X, y)

print(model.predict([[2, 100]])) # Прогноз: чи потрібна підказка
```

На прикладі показано, як можна створити просту модель класифікації на основі бібліотеки scikit-learn для визначення моменту, коли гравцеві може знадобитися підказка. Дані збираються у вигляді таблиці, після чого модель навчається й може робити прогноз на нових прикладах.

Запропонований концептуальний підхід до створення системи адаптивних підказок у грі на Python із використанням алгоритмів машинного навчання демонструє перспективність для підвищення ефективності навчальних та серйозних ігор. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє адаптувати підказки під індивідуальний стиль гри, швидкість навчання та рівень складності завдань, що сприяє більш ефективному засвоєнню навчального матеріалу та підтримує інтерес гравця. Адаптивні підказки можуть застосовуватися у навчальних і серйозних іграх для формування мотивації та розвитку компетенцій, а також для підтримки користувача і зниження рівня фрустрації.

Наступним кроком є розробка прототипу гри з інтегрованою системою адаптивних підказок, проведення експериментів для перевірки точності прогнозування моделей та оцінки впливу адаптивних підказок на залучення й успішність гравців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Adaptive Hint Generation for Educational Games Using Fuzzy Logic | Primanita | JURNAL TEKNIK INFORMATIKA. *E-Journal Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*. URL: <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/ti/article/view/41893>
2. Ultimate guide to PyGame library in Python. *Deepnote: Analytics and data science notebook for teams*. URL: <https://deepnote.com/blog/ultimate-guide-to-pygame-library-in-python>
3. GitHub - AndreiP256/Mimic-Fighter: Python 2D game where an ML algorithm learns the player's playstyle in real-time, then mimics their behavior through an NPC. Built with Pygame, scikit-learn, and TensorFlow for adaptive AI. *GitHub*. URL: <https://github.com/AndreiP256/Mimic-Fighter>

УДК: 004.9

АЛГОРИТМІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІГРОВОЇ ПРОГРЕСІЇ ТА МОТИВАЦІЇ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРІ АРКАДНОГО ЖАНРУ НА ПЛАТФОРМІ UNITY

ГНАТЮК П.В., СОБКО О.В., МАЗУРЕЦЬ О.В.

(pavlognatuk3789@gmail.com, olenasobko.ua@gmail.com,
exe.chong@gmail.com)

Хмельницький національний університет

Описано процес проектування алгоритмів ігрової прогресії та мотивації в комп'ютерній грі аркадного жанру, розробленій на платформі Unity на прикладі гри гольф. Реалізовано меню вибору рівнів, яке забезпечує перехід між сценами та керування інтерфейсом під час запуску або завершення гри. Для підтримання мотивації створено систему оцінювання проходження рівнів із нарахуванням зірок залежно від кількості здійснених ходів, а також панелі перемоги та поразки, які зупиняють ігровий час і надають можливість перезапуску рівня або переходу до наступного. Реалізовані алгоритми забезпечують повний цикл проходження рівнів, формуючи зворотний зв'язок для гравця та підтримуючи інтерес до гри.

Вступ

Сучасна індустрія комп'ютерних ігор характеризується високим рівнем конкуренції, що зумовлює необхідність створення ігрових продуктів із продуманою механікою, яка забезпечує тривале утримання уваги гравця [1]. Одним із ключових чинників, що впливають на залученість користувачів, є грамотно спроектована ігрова прогресія та система мотивації, яка стимулює подальше проходження та розвиток навичок. Особливої актуальності це набуває в іграх аркадного жанру, де ігровий процес є динамічним і вимагає чіткої побудови логіки поступового ускладнення завдань [2].

У межах даної роботи розглянуто алгоритмічні підходи до реалізації прогресії та мотиваційних механізмів у комп'ютерній грі аркадного жанру на прикладі гри гольф.

Проектування алгоритмів ігрової прогресії та мотивації

У процесі розроблення комп'ютерної гри «Гольф» на платформі Unity (рисунок 1) було спроектовано та реалізовано низку алгоритмів, які забезпечують логіку ігрової прогресії та підтримання мотивації користувача. Вони охоплюють вибір і проходження рівнів, керування поведінкою ігрового об'єкта, а також механізми винагороди та зворотного зв'язку за успішне або неуспішне завершення ігрової сесії.

Ігрова прогресія в розробленій грі реалізована як послідовне проходження рівнів із поступовим зростанням складності завдань. Кожен рівень має власні умови досягнення цілі та критерії оцінювання у вигляді кількості ходів, що визначають отриману кількість зірок. Такий підхід забезпечує поступове ускладнення ігрового процесу, формує відчуття прогресу та підтримує інтерес гравця до подальшого проходження. Саме тому ключових елементів гри є меню вибору рівнів, алгоритм якого подано на рисунку 2. При натисканні кнопки Play активується спеціальна панель із п'ятьма кнопками, кожна з яких відповідає за запуск окремої сцени – рівня гри. Передбачено також кнопку повернення до попереднього вигляду інтерфейсу. При активації кнопки Quit відображається панель підтвердження виходу з двома кнопками: «Так» (завершення роботи програми) та «Ні» (повернення до початкового стану інтерфейсу).

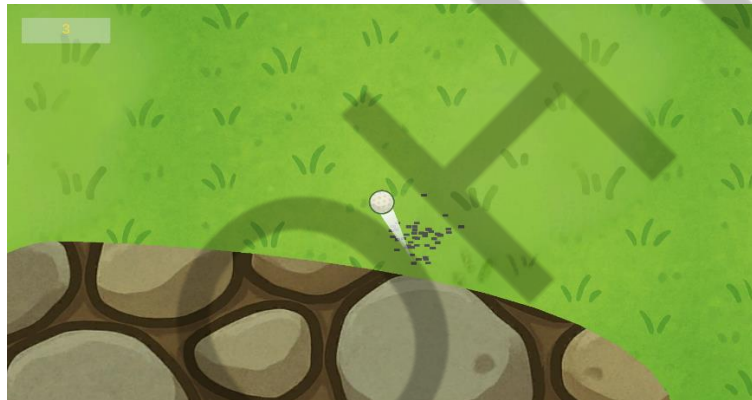


Рисунок 1 – Комп'ютерна гра «Гольф» на платформі Unity

Такий підхід забезпечує інтуїтивну навігацію та підвищує зручність взаємодії користувача з програмним продуктом.

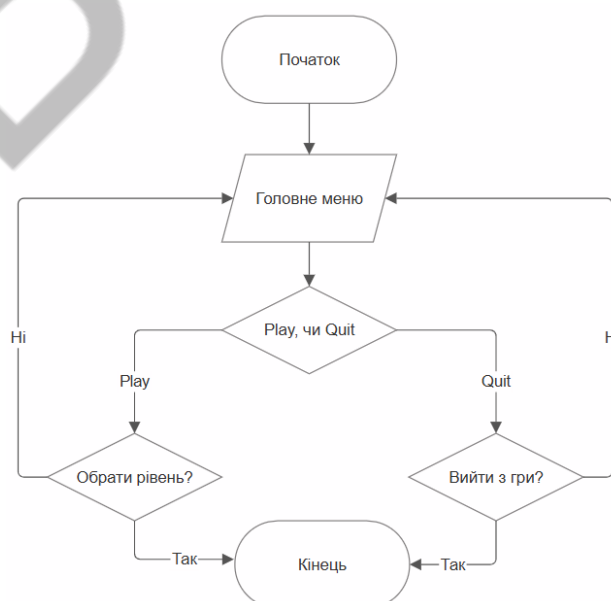


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму вибору рівнів

Для підтримання мотивації гравця реалізовано систему оцінювання результатів та винагороди у вигляді зірок (рис. 3а). Після успішного проходження рівня (потрапляння м'яча в лунку) активується панель перемоги, що відображає кількість зірок, отриманих відповідно до кількості витрачених ходів. Передбачено три порогові значення, які визначають кількість зірок, що нараховуються, і можуть змінюватися залежно від рівня. На панелі перемоги також розміщені кнопки Next Level (перехід до наступного рівня), Again (перезапуск поточного рівня) та Main Menu (повернення до головного меню). Після взаємодії з цими кнопками відновлюється робота внутрішнього ігрового часу, ігрові об'єкти знову стають інтерактивними, а гравець може продовжити проходження.

Окремо передбачено алгоритм обробки поразки. У разі зіткнення м'яча з об'єктами-перешкодами, які унеможливають завершення рівня, активується панель невдачі, що зупиняє ігровий час та надає користувачеві вибір між перезапуском поточного рівня або виходом у головне меню. Такий підхід забезпечує повний цикл ігрової прогресії, формує в користувача розуміння причин успіху або невдачі та стимулює до повторного проходження.

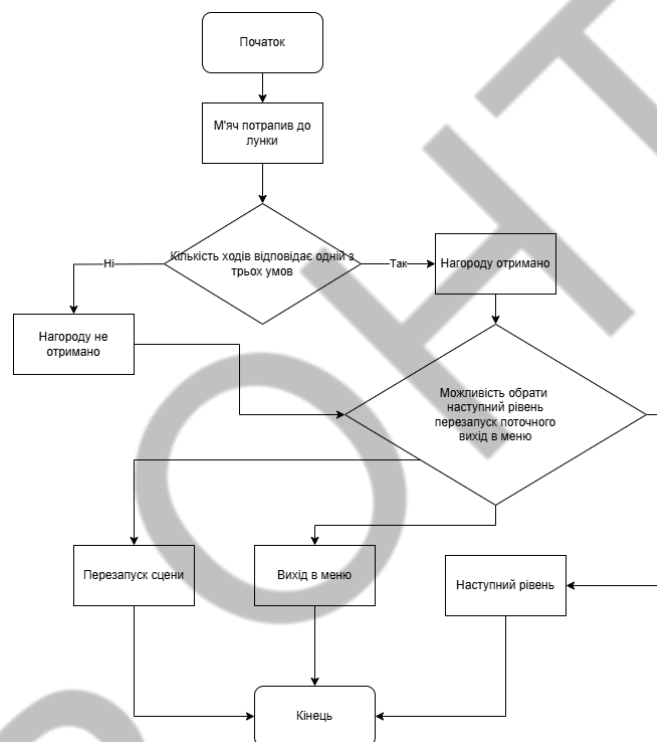


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритму винагороди

Розроблені алгоритми реалізують елементи ігрового процесу, інтерфейсу та механізми оцінювання, що дозволяє ефективно керувати ігровою динамікою, підтримувати інтерес користувача та підвищувати мотивацію до подальшого проходження гри.

Висновок

У ході проектування та розроблення гри «Гольф» аркадного жанру на платформі Unity було реалізовано алгоритми, що забезпечують логіку ігрової прогресії та підтримання мотивації гравця. Спроектвані алгоритми дозволяють організувати зручну навігацію між рівнями, керування ігровим процесом, систему винагород та обробку результатів проходження. Поєднання цих алгоритмів сприяє підвищенню залученості користувача та формуванню стійкого інтересу до подальшого проходження гри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Б. О. Ткачук, О. В. Мазурець, М. О. Молчанова, та О. В. Собко, «Метод автоматизованого прийняття рішень щодо керування ігровим персонажем з використанням штучної нейронної мережі перцептрон», у Матеріалах III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2023», Одеса, Україна,

2023. [Online]. Available: <https://www.ontu.edu.ua/download/konfi/2023/Abstracts-Computer-games-and-multimedia-as-an-innovative-approach-to-electronic-communication-23.pdf>

2. І. С. Божик, О. В. Мазурець, Р. О. Багрій, В. І. Кліменко, О. О. Тищенко, «Метод організації самонавчальної комп'ютерної гри алгоритмом еволюційного навчання штучних нейронних мереж,» у Матеріалах III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2023», Одеса, Україна, 2023. [Online]. Available: <https://www.ontu.edu.ua/download/konfi/2023/Abstracts-Computer-games-and-multimedia-as-an-innovative-approach-to-electronic-communication-23.pdf>

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ КОНТЕНТУ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

ГОНЧАРУК Д.О. (d.honcharuk@student.karazin.ua)

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

У статті розглянуто сучасні підходи до процедурної генерації контенту в реальному часі, що застосовуються в комп'ютерних іграх та інтерактивних системах. Показано значення процедурної генерації для створення унікального користувацького досвіду, оптимізації ресурсів і розширення можливостей адаптивних систем.

Процедурна генерація контенту є відповіддю на виклик масштабності сучасних Процедурна генерація контенту є відповіддю на виклик масштабності сучасних інтерактивних систем. Створення великих віртуальних світів традиційними засобами вимагає залучення численних команд дизайнерів, художників і сценаристів, що робить процес розробки надзвичайно дорогим і тривалим [1]. Проблема особливо загострюється при необхідності підтримувати реіграбельність і варіативність ігрових сценаріїв: користувачі очікують, що кожна нова сесія гри буде відрізнятися від попередніх, а віртуальний світ реагуватиме на їхні дії [5]. Ручне створення такого контенту є фактично неможливим, особливо коли йдеться про проекти з відкритим світом або системи навчання зі складними симуляціями.

Метою роботи є дослідження і узагальнення методів процедурної генерації контенту, які дозволяють створювати різноманітні й детально пропрацьовані віртуальні світи у режимі реального часу, зберігаючи високу продуктивність і відчуття природності [1], [6].

Дослідження зосереджено на аналізі основних алгоритмів процедурної генерації, таких як шум Перліна [2], Simplex-шум, фрактальні методи, клітинні автомати, контекстно-вільні граматики (L-системи) [3] та стохастичні моделі. Вивчено архітектури, які забезпечують генерацію контенту в режимі реального часу, включно з використанням багатопотокових обчислень, оптимізованих структур даних і систем кешування [4]. Окрему увагу приділено інтеграції методів штучного інтелекту й reinforcement learning для динамічної адаптації контенту під індивідуальні дії користувача [6].

Процедурна генерація дозволяє створювати карти, ландшафти, структури рівнів, системи квестів і навіть наративні події, використовуючи формальні правила й алгоритми [1]. Наприклад, шум Перліна використовується для побудови висотних карт, що дозволяють генерувати реалістичні гори, долини та береги [2]. Клітинні автомати застосовуються для створення печерних систем, симуляції поширення вогню, росту популяцій або динамічної поведінки натовпу [3]. L-системи ефективні для моделювання розгалужених структур, таких як дерева, кущі або складні архітектурні об'єкти [3]. Стохастичні методи та випадкові граматики забезпечують непередбачуваність і різноманітність ігрових ситуацій, що підвищує інтерес користувачів [5].

Для досягнення роботи в реальному часі важливою є оптимізація: використання паралельних обчислень (GPU-шейдерів), просторових індексів (Octree, BSP-дерева) і попередньо згенерованих шаблонів, які комбінуються під час виконання гри [4]. У практичній частині було змодельовано систему генерації ландшафтів з комбінованим використанням фрактального шуму та процедурних правил розміщення об'єктів. Отримані результати показали, що запропонований підхід дозволяє зменшити час розробки контенту на 45 % у порівнянні з традиційним підходом і забезпечує

відчуття різноманітності, коли кожна нова карта є унікальною [6]. Додатково розглянуто вплив процедурної генерації на психологічне сприйняття користувача: динамічні світи утримують увагу довше, стимулюють повторні спроби проходження та збільшують залученість [5].

Процедурна генерація контенту є потужним інструментом, що дозволяє створювати масштабні, різноманітні та персоналізовані ігрові світи без критичного зростання витрат на виробництво [1]. Вона підвищує реіграбельність і забезпечує користувачам відчуття новизни при кожній взаємодії з системою [5]. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на інтеграцію методів машинного навчання, здатних автоматично навчатися на поведінці гравців і створювати інтелектуальні генератори контенту [6]. Поєднання процедурних алгоритмів із генеративними нейронними мережами відкриває шлях до створення нескінченних і водночас змістовних світів [4], що є важливим напрямом розвитку сучасних ігор, освітніх симуляцій та віртуальних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] T. Togelius, J. Togelius. *Procedural Content Generation in Games: Підручник та огляд*. – Springer, 2016. – 236 с.
- [2] K. Perlin. "Синтез зображень (An Image Synthesizer)." // *Матеріали конференції ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. – Т. 19, № 3. – С. 287–296. – 1985.
- [3] R. Smelik, T. Tutenel, K. Bidarra. "Огляд процедурного моделювання для віртуальних світів (A Survey on Procedural Modeling for Virtual Worlds)." // *Computer Graphics Forum*. – Т. 33, № 6. – С. 31–50. – 2014.
- [4] J. Compton. "Casual Creators: демократизація розробки ігор за допомогою генеративних систем." // *Матеріали конференції FDG (Foundations of Digital Games)*. – 2020. – С. 45–53.
- [5] M. Hendrikx, S. Meijer, J. Van der Velden. "Огляд процедурної генерації контенту для ігор (Procedural Content Generation for Games: A Survey)." // *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*. – Т. 9, № 1. – С. 1–22. – 2013.
- [6] N. Shaker, G. Smith, J. Togelius. *Процедурна генерація контенту в іграх: виклики та можливості (Procedural Content Generation in Games: Challenges and Opportunities)*. – ACM Press, 2020. – 312 с.

УДК 004.8

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТВОРЕННЯ ІГРОВИХ СВІТІВ

ДСНІН Б.С. (deninbog1406@gmail.com)

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У статті розглянуто принципи процедурної генерації ігрових світів. Проаналізовано механізми використання псевдовипадкових чисел, концепцію «сиду», алгоритми створення рівнів та приклади їх застосування у сучасних комп'ютерних іграх. Особливу увагу приділено оптимізації ресурсів за допомогою процедурних методів, визначено їх переваги та обмеження.

Постановка проблеми

Сучасні ігрові системи постійно зростають за масштабом і складністю. Створення великих віртуальних світів традиційними методами вимагає значних людських та фінансових ресурсів. Наприклад, для розробки відкритого світу в AAA-проекті необхідно задіяти сотні художників, дизайнерів і програмістів. Водночас гравці очікують не лише великих просторів, але й варіативності, неповторності та можливості повторного проходження. Процедурна генерація дозволяє автоматизувати створення контенту, забезпечуючи динамічність та нескінченну різноманітність ігрових середовищ при значному зменшенні витрат.

Основний зміст

Процедурна генерація базується на використанні алгоритмів, які створюють світи або рівні на основі заданих правил і початкових параметрів. Одним з ключових інструментів є генератори псевдовипадкових чисел, що забезпечують варіативність без справжньої фізичної випадковості. У цьому процесі важливу роль відіграє поняття «сіду» (seed) - початкового значення, яке визначає результат роботи алгоритму. Завдяки сідові можливо відтворювати однакові світи у різних сеансах гри, що спрощує збереження та тестування контенту.

Важливою перевагою процедурної генерації є оптимізація ресурсів розробки. Використовуючи алгоритмічні методи, невелика команда може створювати величезні світи, які раніше вимагали б сотні людино-годин художньої праці. Це особливо актуально для незалежних студій, де обмежений бюджет не дозволяє масштабного виробництва вручну. Крім того, алгоритми можуть автоматично адаптувати контент під технічні можливості різних платформ, оптимізуючи використання пам'яті та обчислювальних потужностей.

Існує кілька підходів до процедурної генерації. Один із них ґрунтується на комбінуванні готових елементів. У *The Binding of Isaac* рівні складаються з набору заздалегідь створених кімнат, які випадковим чином з'єднуються між собою. Це дозволяє забезпечити різноманітність без втрати балансу та дизайнерського контролю. Інший підхід спирається на використання математичних функцій для створення світу «з нуля». У *Minecraft* ландшафт генерується на основі шуму Перліна, що дозволяє отримувати складні карти висот із горами, долинами та печерами. У *No Man's Sky* розробники поєднали шумові функції з багаторівневим моделюванням клімату й біомів, що дало змогу створити практично нескінченну кількість унікальних планет.

Проте поряд із очевидними перевагами існують і суттєві недоліки процедурної генерації. Одним із головних є проблема контролю над результатом: алгоритм може створювати випадкові, але ігрово нецікаві або незбалансовані локації. Виникає ризик монотонності - гравці починають помічати повторювані патерни, що знижує ефект новизни. Технічним викликом стає й велике навантаження на обчислювальні ресурси: складні алгоритми потребують значної кількості операцій, що може зменшувати продуктивність на слабших пристроях. Ще одне обмеження полягає у відсутності повної «художньої цілісності» - автоматично створені світи іноді виглядають менш гармонійно порівняно з вручну спроектованими.

Висновки

Процедурна генерація є потужним інструментом для створення ігрових світів. Вона дозволяє суттєво скоротити витрати на виробництво, оптимізувати використання людських і технічних ресурсів, підвищити унікальність ігрового процесу та забезпечити високу реіграбельність. Разом із тим, її застосування супроводжується низкою обмежень - труднощами контролю, ризиком повторюваності та зростанням вимог до обчислювальної потужності. Подальший розвиток технології бачиться у поєднанні алгоритмічних методів із машинним навчанням, що дозволить створювати більш узгоджені, художньо цілісні та адаптивні світи, які зможуть задовольнити очікування найвибагливіших гравців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] K. Perlin, "An image synthesizer," *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, vol. 19, no. 3, pp. 287–296, 1985.
- [2] M. Cook, "Procedural generation in games: A textbook and an overview," *Game AI Research Group*, 2020.
- [3] Firaxis Games, *XCOM 2 Developer Notes: Map Generation*, Firaxis, 2016.

МОДЕЛЬ ІГРОВОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ СТРАТЕГІЧНОЇ 2D ГРИ ЖАНРУ SEABATTLE

ДИДО Р.А., ЗАЛУЦЬКА О.О., МАЗУРЕЦЬ О.В.

(rostyslav728@gmail.com, zalutsk.olha@gmail.com, exe.chong@gmail.com)

Хмельницький національний університет

У роботі представлено модель ігрової логіки стратегічної 2D гри жанру SeaBattle. Модель формалізована за допомогою UML-діаграм, зокрема діаграм варіантів використання, активності, послідовності, що дозволяють візуалізувати взаємодію користувача із системою та внутрішні процеси гри. Діаграми забезпечують структуроване відображення ігрового процесу, переходів станів та обробки подій, що сприяє ефективному аналізу та оптимізації системи.

Вступ

Стратегічні 2D ігри жанру SeaBattle є прикладом програмних систем з чітко визначеною послідовністю дій, взаємодією об'єктів та керованими станами. Розробка таких ігор потребує формалізації ігрової логіки для забезпечення передбачуваності, повторюваності та керованості процесів гри [1]. Моделювання ігрової логіки за допомогою діаграм варіантів використання, активності, послідовності дозволяє систематизувати внутрішню архітектуру програмного забезпечення, підвищити ефективність розробки та покращити взаємодію користувача з системою. Моделі ігрової логіки виконують ключову роль у розробці стратегічних ігор, оскільки вони дозволяють формалізувати можливі сценарії дій гравця, оцінити поведінку системи при різних комбінаціях дій та оптимізувати процеси обробки подій у грі. У сучасних 2D стратегічних іграх часто спостерігається відсутність формалізованої моделі ігрової логіки, що призводить до ускладнень у проектуванні, тестуванні та масштабуванні програмного забезпечення.

Модель ігрової логіки для стратегічної 2D гри жанру SeaBattle

Для формалізації ігрової логіки стратегічної 2D гри жанру SeaBattle використано набір UML-діаграм, що дозволяє наочно відобразити структуру та поведінку системи. Діаграми варіантів використання, активності, послідовності та станів забезпечують комплексний підхід до моделювання взаємодії користувача з грою, дозволяють аналізувати потік інформації та подій, а також виявляти потенційні шляхи оптимізації ігрових процесів [2]. Таке моделювання сприяє підвищенню зручності користування та ефективності розробки програмного забезпечення.

Діаграма варіантів використання подана на рисунку 1. Робота користувача з грою організована послідовно та структуровано. На початковому етапі відображається головне меню, яке містить три опції: «Почати гру», «Налаштування музики» та «Вийти». При виборі функції «Почати гру» запускається ігрова карта, на якій користувач має можливість розставити кораблі та здійснювати ігрові дії; після завершення сеансу передбачено опції «Перезапуск» або повернення до головного меню. Вибір «Налаштування музики» відкриває окреме вікно, де можна відключити музику, змінити її гучність або повернутися до меню. Крім того, користувач має можливість повністю завершити роботу програми через опцію «Вийти».

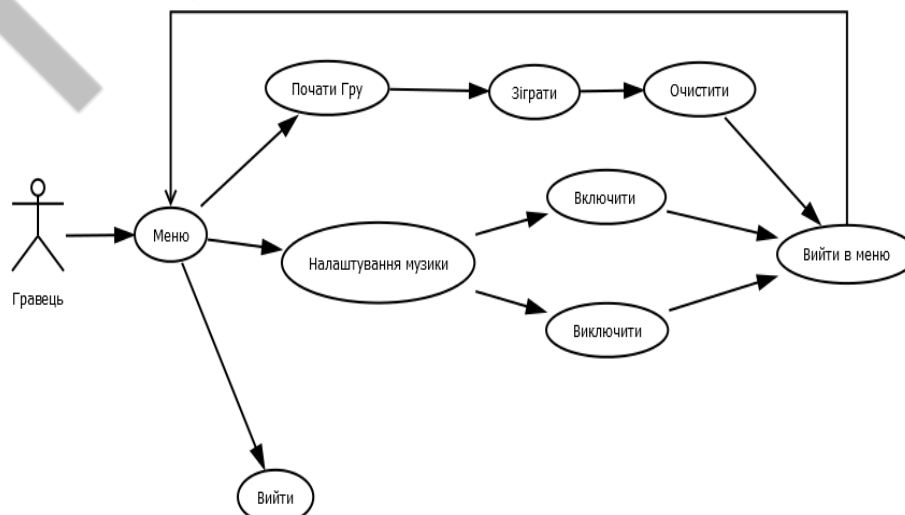


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання стратегічної 2D гри жанру SeaBattle

На рисунку 2 наведено діаграму активності. Робочий процес гри реалізовано у вигляді послідовних дій користувача та відповідних реакцій системи. Після запуску гри відображається головне меню з трьома кнопками: «Почати гру», «Налаштування музики» та «Вийти». Вибір функції «Почати гру» призводить до переходу на ігрову карту, де створюються два поля для розташування кораблів; після завершення сеансу користувач має можливість обрати «Перезапуск» або повернення до меню. Опція «Налаштування музики» відкриває окреме вікно, де передбачено відключення музики, регулювання її гучності та повернення до головного меню. Крім того, користувач може завершити роботу програми через кнопку «Вийти».

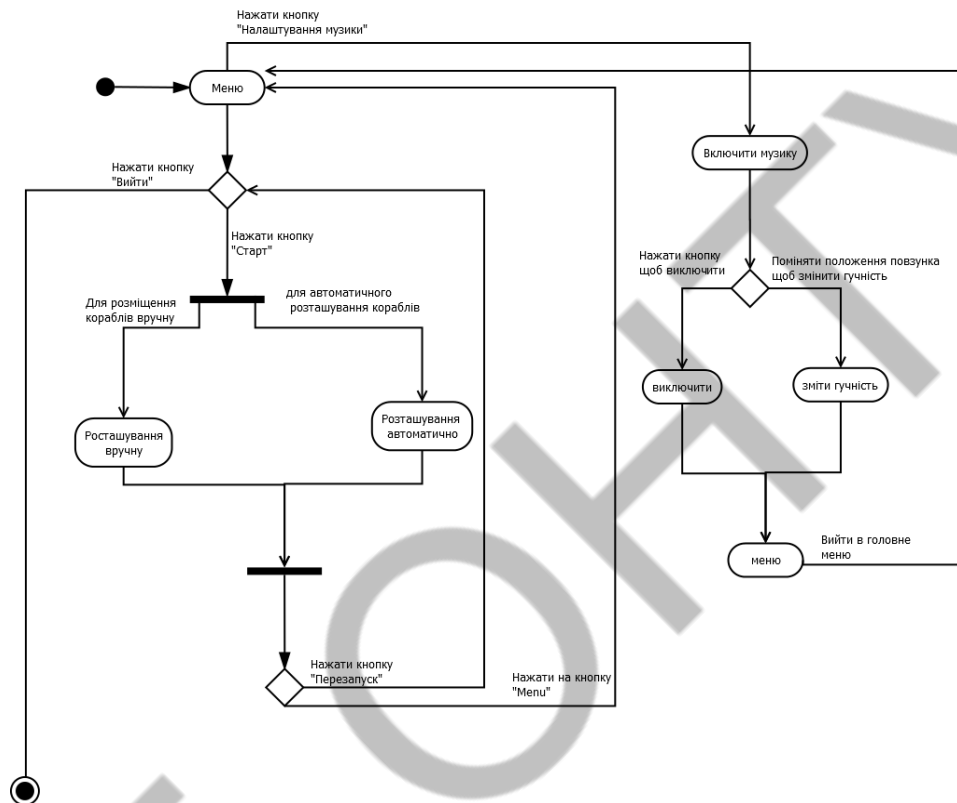


Рисунок 2 – Діаграма активності стратегічної 2D гри жанру SeaBattle

Діаграма послідовності дій зображена на рисунку 3.

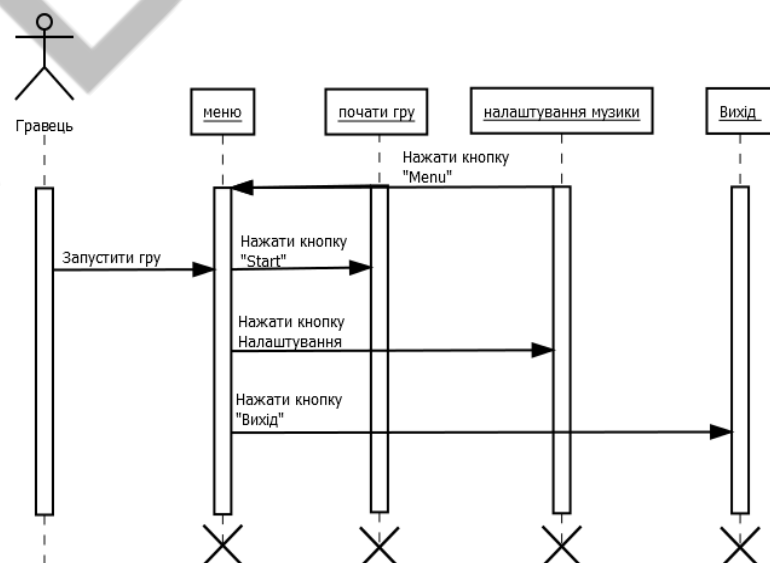


Рисунок 3 – Діаграма послідовності стратегічної 2D гри жанру SeaBattle

Під час запуску гри користувач взаємодіє з системою через головне меню, що містить три кнопки: «Розпочати гру», «Налаштування звуку» та «Вийти». Вибір опції «Розпочати гру» призводить до переходу на ігрову карту, де формуються два поля для розташування кораблів; після завершення сеансу користувач може обрати «Перезапустити» або повернутися до головного меню. Опція «Налаштування звуку» відкриває окреме вікно з можливістю вимкнення музики, регулювання її гучності та повернення до головного меню. Крім того, передбачена можливість повного завершення роботи програми через кнопку «Вийти».

Висновок

В результаті проведеного аналізу та проєктування моделі ігрової логіки для стратегічної 2D гри жанру SeaBattle встановлено, що використання UML-діаграм – варіантів використання, активності, послідовності та станів – дозволяє ефективно моделювати взаємодію користувача з системою та внутрішні процеси гри. Діаграми забезпечують наочність потоків дій, контроль за зміною станів та прогнозування поведінки системи у різних сценаріях. Такий підхід сприяє оптимізації ігрового процесу, підвищенню зручності користування, а також дозволяє виявляти можливі проблеми та конфлікти у логіці гри, що є важливим для подальшого розвитку та масштабування програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Собко О.В., Кліменко В.І., Мазурець О.В., Залуцька О.О., Гладун О.В. Особливості програмної інженерії та тестування програмного забезпечення для нейромережевого аналізу фотоданих залишків зруйнованих будівель із роботизованої техніки. Наука і техніка сьогодні, №4 (45), С. 1566–1581, 2025. [Online]. Available: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/23113>
2. Murava V., Zalutska O., Didur V., Mazurets O., "Software architecture of information system for exchanging LLM thematic prompts," Global Trends in the Development of Information Technology and Science. Proceedings IV International Scientific and Practical Conference, June 25–27, 2025, Stockholm, Sweden, pp. 121–127. [Online]. Available: https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/06/Stockholm_Sweden_25.06.25.pdf

УДК: 004.9

ПРОГРАМНА АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗШИРЕННЯ SFML

ДІДУР В.О., КЛІМЕНКО В.І., МАЗУРЕЦЬ О.В.
(pravetz@ukr.net, ler.klimenko.8@gmail.com, exe.chong@gmail.com)
Хмельницький національний університет

У роботі розглянуто програмну архітектуру комп'ютерної гри, створеної з використанням розширення SFML. Запропоновано модульну структуру з централізованою підсистемою налаштувань, що забезпечує гнучке керування ресурсами та параметрами ігрових об'єктів. Продемонстровано можливості інтеграції графічного інтерфейсу, логіки поведінки персонажів та підсистеми обробки подій у єдину архітектуру. Такий підхід підвищує масштабованість, повторне використання коду та зручність супроводу програмного продукту.

Вступ

У сучасному програмуванні розробка комп'ютерних ігор вимагає застосування ефективних інструментів та продуманої архітектури програмного забезпечення [1]. Одним із популярних засобів створення ігор є розширення SFML (Simple and Fast Multimedia Library), що надає зручні засоби для роботи з графікою, аудіо, подіями та мережею. Використання SFML дозволяє розробникам зосередитися на логіці гри, водночас забезпечуючи продуктивність і портативність коду.

Разом з тим, побудова архітектури ігрових застосунків супроводжується низкою проблем, пов'язаних із керуванням ресурсами, організацією взаємодії між підсистемами та забезпеченням гнучкості коду. За відсутності чітко визначеної архітектури складно досягти масштабованості проєкту та підтримованості програмного забезпечення, особливо під час розширення функціоналу або зміни компонентів [2]. Часто розробники стикаються з надмірною зв'язаністю модулів, дублюванням коду та труднощами в адаптації ігрової логіки до нових умов. Саме тому розроблення чіткої програмної архітектури гри із застосуванням SFML є важливим етапом, що дозволяє мінімізувати ці проблеми та забезпечити ефективну інтеграцію усіх складових гри.

Програмна архітектура комп'ютерної гри з використанням розширення SFML

У процесі розроблення комп'ютерних ігор ключову роль відіграє ефективне управління інформаційними ресурсами, оскільки від цього залежить стабільність та продуктивність програмного продукту [2]. Програмна архітектура комп'ютерної гри визначає принципи взаємодії даних і функціональних модулів, забезпечуючи гнучкість, швидкодію та зрозумілість програмної реалізації [3]. Центральним елементом такої структури виступає підсистема налаштувань, яка під час запуску створює (у разі відсутності) та завантажує файл користувацьких параметрів. Вона забезпечує інші підсистеми необхідними конфігураційними даними у вигляді текстових файлів і/або графічних ресурсів, що дозволяє підтримувати узгоджене та безперебійне функціонування гри. На рисунку 1 наведено схему, яка ілюструє взаємозв'язки між основними підсистемами та характер переданої між ними інформації.

Подана схема відображає архітектуру комп'ютерної гри, розробленої з використанням розширення SFML, з акцентом на централізоване керування ресурсами та параметрами через підсистему глобальних налаштувань. Основою архітектури є підсистема «Глобальні налаштування гри», яка забезпечує узгоджене завантаження, збереження та поширення конфігураційних даних між усіма елементами ігрової системи. Дані для цієї підсистеми зчитуються із зовнішнього файлу settings.txt, що дає змогу відокремити параметри гри від програмного коду, спрощуючи процес модифікації та масштабування.

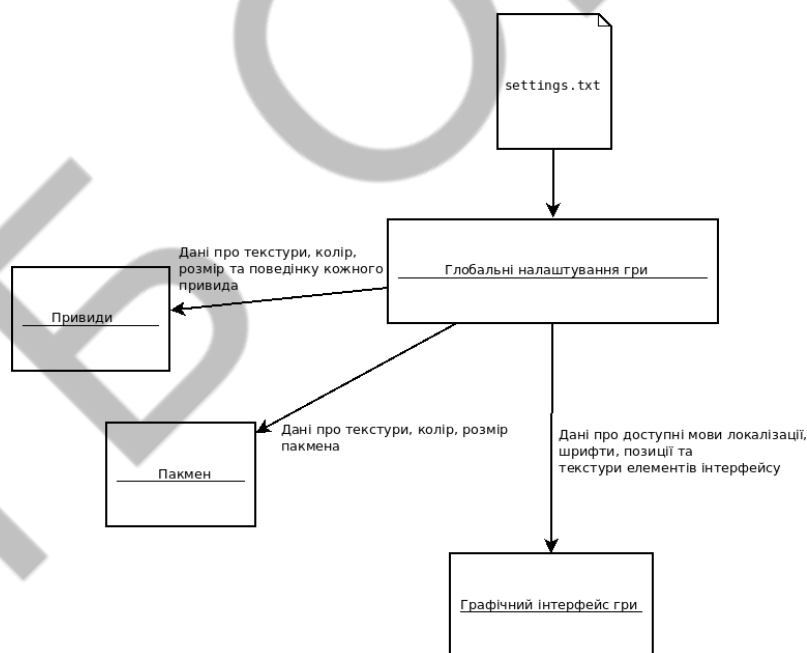


Рисунок 1 – Програмна архітектура комп'ютерної гри з використанням розширення SFML

Підсистеми, що відповідають за ігрові сутності, зокрема «Пакмен» і «Привиди», отримують із глобальних налаштувань дані про власні текстири, кольори та розміри, а також для привидів – додаткові параметри поведінки. Це дозволяє реалізувати гнучку систему налаштування ігрових об'єктів без необхідності внесення змін до їхнього коду. Окремою підсистемою виступає «Графічний інтерфейс гри», який також взаємодіє з глобальними налаштуваннями та отримує дані про доступні мови локалізації, шрифти, позиції й текстири інтерфейсних елементів. Такий підхід забезпечує єдину точку управління ресурсами та параметрами, що підвищує узгодженість, повторне використання коду й полегшує супровід програмного забезпечення.

На рисунку 2 зображено приклад програмної реалізації за спроектованою архітектурою.

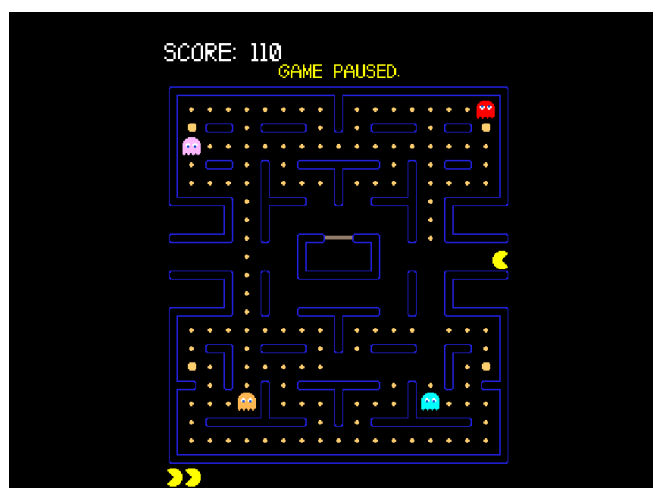


Рисунок 2 – Приклад програмної реалізації за спроектованою архітектурою

На рисунку 2 представлено класичне ігрове поле з лабіринтом, у якому розміщені їстівні точки, керований гравцем персонаж Пакмен та чотири ворожі привиди різного кольору. У верхній частині інтерфейсу відображається поточний рахунок гравця.

Кожен елемент сцени візуалізується як окремий графічний об'єкт, що оновлюється під час рендерингу кадрів за допомогою засобів розширення SFML. Персонажі рухаються за власними алгоритмами, тоді як логіка взаємодії між ними – наприклад, зіткнення або збирання їстівних точок – реалізується через обробку подій та оновлення стану гри. Така реалізація демонструє функціонування модулів ігрового рушія, що керують графікою, логікою поведінки об'єктів і підсистемою підрахунку очок, інтегрованих у єдину архітектуру програми.

Висновок

Розроблена програмна архітектура комп'ютерної гри із застосуванням розширення SFML продемонструвала ефективність модульного підходу до побудови ігрових систем. Використання централізованої підсистеми налаштувань забезпечило узгоджене керування ресурсами та параметрами, що підвищує гнучкість, масштабованість і супроводжуваність програмного коду. Завдяки чіткому розмежуванню функціональних компонентів, зокрема модулів керування ігровими об'єктами, графічним інтерфейсом і механізмами взаємодії, вдалося досягти високої зрозумілості структури проєкту та можливості подальшого його розширення. Отримані результати свідчать, що застосування SFML є доцільним інструментом для створення кросплатформних ігрових додатків із гнучкою архітектурою та високим рівнем повторного використання коду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Б. О. Ткачук, О. В. Мазурець, М. О. Молчанова, та О. В. Собко, «Метод автоматизованого прийняття рішень щодо керування ігровим персонажем з використанням штучної нейронної мережі перцептрон», у Матеріалах III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2023», Одеса, Україна, 2023. [Online]. Available: <https://www.ontu.edu.ua/download/konfi/2023/Abstracts-Computer-games-and-multimedia-as-an-innovative-approach-to-electronic-communication-23.pdf>
2. Собко О.В., Кліменко В.І., Мазурець О.В., Залуцька О.О., Гладун О.В. Особливості програмної інженерії та тестування програмного забезпечення для нейромережевого аналізу фотоданих залишків зруйнованих будівель із роботизованої техніки. Наука і техніка сьогодні, №4 (45), С. 1566–1581, 2025. [Online]. Available: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/23113>
3. Мазур Є.В., Мазурець О.В., Кліменко В.І., Собко О.В., Залуцька О.О. Алгоритми та програмна архітектура інформаційної системи нейромережевого аналізу постави людини. Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки, №3, Т.1, С. 275–284, 2025. [Online]. Available: <https://heraldts.khmnpu.edu.ua/index.php/heraldts/article/view/1590>

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ ТА РЕДАГУВАННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ З ІНТЕГРАЦІЄЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ЄВЛАХОВИЧ І.В., ІЗВАЛОВ О.В. (o19892757@gmail.com, alexey@globalgamejam.org)

Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті

Розглядається проблема високого порогу входження у сферу 3D-моделювання для початківців, зокрема для аудиторії шкільного віку. Аналізуються недоліки існуючих професійних та освітніх інструментів, що створює нішу для інноваційних рішень. Запропоновано концепцію та архітектуру навчального браузерного 3D-редактора, що функціонує за принципом «Scratch для 3D». Ключовими особливостями проєкту є інтуїтивно-зрозумілий mobile-friendly інтерфейс, гейміфіковані елементи навчання та унікальна інтеграція ШІ-асистента, здатного виконувати команди природною мовою для маніпуляції об'єктами на сцені. Проєкт спрямований на демократизацію 3D-моделювання та розвиток у дітей просторового мислення та творчих навичок.

Вступ. Тривимірна графіка та моделювання стали невід'ємною частиною сучасної цифрової екосистеми. Навички роботи з 3D-об'єктами є затребуваними в розробці комп'ютерних ігор, віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності, а також у таких галузях, як архітектура, промисловий дизайн, медицина та кінематограф. Попри це, освоєння 3D-моделювання залишається складним завданням для новачків. Професійні програмні пакети, такі як Blender, Autodesk 3ds Max або Cinema 4D, мають надзвичайно високий поріг входження. Їхні інтерфейси перевантажені сотнями функцій, вимагають тривалого вивчення гарячих клавіш та мають високі системні вимоги до апаратного забезпечення, що робить їх недоступними для широкого кола користувачів, особливо для дітей.

Мета. Проєктування та розробка прототипу браузерного 3D-редактора, орієнтованого на дітей шкільного віку, який би слугував першим кроком у вивченні 3D-моделювання.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- Розробити інтуїтивний, mobile-friendly інтерфейс з великими елементами керування.
- Реалізувати базовий функціонал для створення та маніпуляції примітивними 3D-об'єктами.
- Інтегрувати модуль ШІ-асистента для обробки команд природною мовою.
- Спроєктувати елементи гейміфікації для підвищення мотивації користувачів.
- Забезпечити архітектуру, що відділяє дані сцени від логіки відображення для гнучкості та подальшого розширення.

Аналіз конкурентів. Для визначення вільного ринкового сегмента було проаналізовано три основні категорії існуючих продуктів:

1. **Професійні 3D-редактори (Blender, 3ds Max).** Їхня головна перевага полягає в безмежному функціоналі. Проте, для освітніх цілей це може стати недоліком через надмірну складність, що часто призводить до швидкої втрати мотивації у початківців.

2. **Спрощені освітні редактори (Tinkercad [2], BlocksCAD, Leopoly).** Ці інструменти дійсно допомагають знизити бар'єри для входження, пропонуючи обмежений набір основних функцій. Однак у них є й недоліки: вони в основному орієнтовані на десктопні платформи, мають обмежені можливості для кастомізації та не підтримують інтеграцію з сучасними технологіями штучного інтелекту.

3. **Сервіси для генерації 3D-моделей за допомогою ШІ (Meshy, Spline AI).** Це новий тренд, де користувач може отримати готову 3D-модель за допомогою текстового запиту (промпту). Хоча такі сервіси вражають своїми можливостями, їхня освітня цінність залишає бажати кращого. Вони працюють як «чорна скринька», не даючи користувачеві зрозуміти, як створюється модель, і не пропонуючи інструменти для її інтерактивної зміни чи взаємодії з іншими об'єктами на сцені.

Етапи розробки:

1. **Дослідження та вибір технологій.** Провели аналіз вимог до кросплатформеного 3D-редактора. Вибрали стек: Next.js (фреймворк), React (інтерфейс), React Three Fiber та Three.js (3D-

графіка). Цей набір технологій дозволяє створити швидкий, адаптивний застосунок з потужним рендерингом безпосередньо у браузері.

2. Проектування архітектури. Розроблено модель даних, яка відокремлює опис 3D-сцени (об'єкти та їхні властивості) від логіки візуалізації. Спроектовано систему взаємодії з ШІ: клієнт → API Next.js → сервіс Google Gemini AI (обробка запиту) → оновлення стану сцени на основі JSON-відповіді.

3. Розробка ядра редактора та інтерфейсу. Розроблено базову 3D-сцену, а також інструменти для додавання простих форм, таких як куби та сфери, і для їх маніпуляцій — переміщення, обертання та масштабування. Створено адаптивний інтерфейс, зручний для сенсорних екранів, з великими кнопками та зрозумілою навігацією.

4. Інтеграція ШІ-асистента. Налаштували серверну частину для роботи з AI-API. Розробили систему промптів, яка навчає LLM-модель розуміти команди природної мови, наприклад, "створи червоний куб", і повертати чіткі інструкції у JSON-форматі для оновлення сцени. Також реалізували чат-інтерфейс для введення команд.

5. Впровадження гейміфікації та фінальне тестування. Додали нові елементи гри: систему досягнень за виконання певних дій. Провели всебічне тестування інтерфейсу, продуктивності 3D-рендерингу та перевірили, як працює ШІ-помічник. Також виконали оптимізацію для стабільної роботи на різних пристроях.

Перспективи подальшого розвитку:

- Розширення бібліотеки примітивів та інструментів.
- Реалізацію експорту моделей у популярні формати (наприклад, .gltf, .obj) для використання в інших програмах або для 3D-друку.
- Інтеграцію з технологіями доповненої реальності (AR), що дозволить «розміщувати» створені об'єкти в реальному світі за допомогою камери смартфона.
- Створення спільноти користувачів з можливістю ділитися своїми роботами.

Висновки. Розроблений концепт 3D-редактора має великий потенціал стати чудовим освітнім інструментом, який допоможе знизити бар'єри для тих, хто хоче зануритися в 3D-моделювання. Поєднання простоти, доступності на різних пристроях та інноваційного управління за допомогою штучного інтелекту створює унікальний досвід для користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Резнік М. та ін. Scratch: програмування для всіх // Communications of the ACM. – 2009. – Т. 52, № 11. – С. 60–67.
- 2.Tinkercad: From mind to design in minutes [Електронний ресурс]. – Autodesk. – Режим доступу: <https://www.tinkercad.com>. – Дата звернення: 11.09.2025.
- 3.Пул Б. та ін. DreamFusion: перетворення тексту в 3D за допомогою 2D дифузії [Електронний ресурс] // arXiv. – 2022. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2209.14988>. – Дата звернення: 11.09.2025.
- 4.Капп К. М. Гейміфікація навчання та інструктажу: ігрові методи та стратегії для тренувань та освіти. – John Wiley & Sons, 2012. – 336 с.
- 5.Three.js – JavaScript 3D Library [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://threejs.org>. – Дата звернення: 11.09.2025.
- 6.React Three Fiber Documentation [Електронний ресурс]. – Poimandres. – Режим доступу: <https://docs.pmnd.rs/react-three-fiber/getting-started/introduction>. – Дата звернення: 11.09.2025.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ВІДЕОТЕХНОЛОГІЇ В ТВАРИННИЦТВІ: ГЕЙМІФІКОВАНІ СИМУЛЯТОРИ НА ОСНОВІ АІ ТА ІОТ-ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

ЖУРАВЛЬОВ М.О. (zhuravchichek@gmail.com)

Миколаївський національний аграрний університет

У доповіді представлено концепцію освітньої платформи, що поєднує гейміфікацію, симуляційне навчання та інтелектуальні відеотехнології — зокрема, використання відеокамер як елементів ІоТ для моніторингу тварин. Платформа інтегрує штучний інтелект (АІ), машинне навчання та комп'ютерний зір для створення адаптивного навчального середовища.

У тваринництві часто бракує оперативного контролю за поведінкою та станом тварин. Відеоспостереження з елементами комп'ютерного зору дозволяє автоматично аналізувати рух, апетит, соціальну поведінку та ознаки хвороб. В освітньому контексті ці дані можуть бути використані для створення реалістичних симуляцій.

Розробити гейміфіковану освітню платформу, що використовує відеокамери як джерело даних ІоТ, інтегрує АІ для аналізу поведінки тварин і формує навчальні сценарії на основі реальних відеопотоків.

Використати відеокамери для збору даних про поведінку тварин у реальному часі. — Застосувати комп'ютерний зір для виявлення ключових патернів (рух, апетит, агресія, апатія). — Інтегрувати ці дані в симулятор, де користувач навчається реагувати на ситуації. — Реалізувати гейміфіковану систему оцінки рішень на основі відеоаналізу.

Платформа дозволяє студенту або фермеру керувати віртуальним господарством, де сценарії формуються на основі реальних відеоданих. Наприклад, система може показати відео з тваринами, які демонструють ознаки хвороби, і запропонувати варіанти дій. АІ-моделі аналізують вибір користувача, надають зворотний зв'язок і адаптують складність. Як показано в Menezes et al., 2023, відеоспостереження з АІ є ключовим інструментом у сучасному тваринництві. CGIAR також підкреслює роль ІоТ-камер у навчанні фермерів Oberoi et al., 2023.

Інтеграція відеокамер як елементів ІоТ у гейміфіковане навчання дозволяє створити реалістичне, адаптивне та технологічно просунуте середовище для аграрної освіти. Це сприяє формуванню навичок спостереження, аналізу та прийняття рішень у сфері тваринництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] G. L. Menezes et al., "Artificial Intelligence for Livestock: A Narrative Review," *Animal Frontiers*, vol. 14, no. 6, pp. 42–51, 2023.
- [2] Z. Oberoi et al., "Gamification in Agriculture: A Scoping Study," *CGIAR Technical Report*, 2023.
- [3] R. Reuter, "Using Gamification to Teach Livestock Management Skills," *Journal of Extension*, vol. 55, no. 5, 2017.

УДК 004.92

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ПОЛІГОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ 3D-СЦЕН

ЗАВАЛЬНЮК Є. К. (qq9272627@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Проаналізовано застосування різних рівнів щільності полігональних моделей у комп'ютерних іграх залежно від положення та кривизни об'єктів сцени.

Дослідження щільності полігональних моделей є важливим етапом оптимізації візуалізації 3D-сцени у комп'ютерних іграх. Від кількості полігонів безпосередньо залежить, як візуальна якість об'єкта, так і навантаження на графічних процесорах. При візуалізації високополігональних сцен може виникати просідання FPS, що є особливо негативним явищем для ігор реального часу.

Тому баланс між продуктивністю та рівнем деталізації моделі визначає ефективність 3D-рендерингу в сучасних іграх.

Полігональна модель – це каркас, що зазвичай складається з трикутників, які формують поверхню об'єкта. Чим більша щільність моделі, тим точніше вона передає складну геометрію реального об'єкта, зокрема криві поверхні. Для моделювання персонажів у сучасних AAA-проектах використовується 30-100 тисяч полігонів [1], у той час як для мобільних платформ типовим є діапазон 3-10 тисяч полігонів. Моделі об'єктів другого плану (рослинність, меблі, архітектурні елементи) характеризуються ще меншою щільністю, зазвичай до 5 тисяч полігонів. Це дозволяє раціонально розподіляти ресурси GPU залежно від важливості об'єкта у сцені.

Важливою технікою є використання рівнів деталізації (Level of Detail, LOD). Ідея техніки полягає у тому, що для віддалених від спостерігача об'єктів застосовуються спрощені версії моделей [2]. Як правило, кількість полігонів моделі при застосуванні LOD зменшується удвічі або більше з кожним наступним рівнем. Це дозволяє суттєво знизити обчислювальне навантаження на систему без видимої втрати якості [3]. Розрізняють два напрямки техніки: дискретний (DLOD), що передбачає створення заздалегідь кількох варіантів моделі, та безперервний (CLOD), що ґрунтується на динамічному згладжуванні або теселяції за допомогою GPU [2].

Визначення доцільної щільності полігональної моделі залежить не лише від розміру чи віддаленості об'єкта, а й від рівня його кривизни. Для подання кривих поверхонь необхідною є більша кількість полігонів, що дозволяє уникнути ефекту видимих граней. У таких випадках зазвичай застосовують методи оцінки гаусової або середньої кривизни, щоб адаптивно збільшити кількість полігонів у складних ділянках поверхні [1]. Сучасні 3D-пакети підтримують автоматичну модифікацію моделі на основі локальної кривизни або кута між нормальними суміжних полігонів.

Іншим важливим аспектом є обчислення полігонального навантаження сцени загалом. Для великих відкритих локацій, таких як у грі Far Cry або The Witcher 3, сцени можуть включати 4-16 мільйонів трикутників. Така кількість трикутників досягається не лише через складну геометрію основних об'єктів, а й за рахунок одночасної присутності великої кількості об'єктів: дерев, каміння, неігрових персонажів (NPC), тварин, архітектурних деталей. Відповідно, оптимізація рендерингу [2] вимагає впровадження процедурної генерації, динамічного завантаження полігональних моделей, бейкінгу деталей у текстури.

У сучасних дослідженнях поширеним є використання машинного навчання для аналізу й тестування моделей із різною щільністю. Наприклад, нейромережі можуть прогнозувати візуальні зміни, які виникнуть при зменшенні кількості полігонів, і рекомендувати конкретний рівень деталізації для конкретної сцени [4]. Це дозволяє ефективно автоматизувати адаптацію моделей під різні графічні налаштування або платформи – наприклад, низькополігональні для мобільних пристроїв і високополігональні для ПК або консолей.

Оптимальний аналіз щільності полігональних моделей забезпечує ефективну візуалізацію ігрових сцен. Зменшується обсяг трафіку між CPU і GPU, знижується використання пам'яті, мінімізується ризик просідань продуктивності. Грамотна оптимізація дозволяє інтегрувати додаткові ефекти, такі як тіні, постобробка, фізика тканин, без зменшення частоти кадрів.

Отже, аналіз щільності полігональних моделей 3D-сцен забезпечує високопродуктивне формування ігрових кадрів при прийнятній якості візуалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] О. Романюк, Є. Завальнюк, С. Котлик та О. Стахов, “Аналіз щільності полігональних моделей у тривимірних комп'ютерних іграх”, *SWorldJournal*, № 21-01, с. 73–79, верес. 2023.
- [2] Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк та Р. П. Шевчук, “Особливості розробки тривимірних ігор,” у *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023 / Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів*, с. 254–256.
- [3] “Level of detail (computer graphics).” [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Level_of_detail_(computer_graphics)). Accessed: Sep. 7, 2025. [Online.] Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Level_of_detail_\(computer_graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Level_of_detail_(computer_graphics)).
- [4] O. Romanyuk, and Y. Zavalniuk, “Deep Learning-Based Determination of Optimal Triangles Number of Graphic Objects Polygonal Model,” in *5th International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security*, 2024, pp. 39–51.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЛІНІЙНОСТІ СЮЖЕТУ ЯК ІГРОВОЇ МЕХАНІКИ

ЗАВАЛЬНЮК Є. К., РОМАНЮК О. Н., САЦЮК І. А. (rom8591@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто переваги використання нелінійного сюжету у якості ігрової механіки. Проаналізовано рівні та моделі формування нелінійних сюжетів, переваги та недоліки їх застосування.

Відеоігри сьогодні є не лише засобом розваг, в складним видом медіа, що поєднує технології [1], художні засоби та психологічний вплив. Важливим інструментом, що забезпечує ігрову унікальність і сюжетну глибину, є використання нелінійного сюжету. На відміну від кінематографу чи літератури, що характеризуються статичним сюжетом, у комп'ютерних іграх сюжет може змінюватись залежно від рішень користувача. У результаті, гравець стає активним учасником дій, а не пасивним спостерігачем.

Ігрові механіки є наборами правил взаємодії гравця з грою. Серед основних типів ігрових механік виділяються механіки виконання базових дій, орієнтації у просторі та часі, соціальних взаємодій, управління ресурсами, наративні механіки. Прикладом наративної механіки є застосування нелінійного ігрового сюжету.

Нелінійний ігровий сюжет є структурою оповіді, що передбачає варіативний розвиток подій. Ігрова історія не підпорядковується єдиній хронологічній лінії, а має декілька гілок, що розходяться залежно від вибору гравця. Наприклад, у Detroit: Become Human розробники створили складну мережу сценарних варіантів, де навіть незначне рішення може змінити хід подій і привести до альтернативної кінцівки [2]. Це забезпечує унікальний ігровий досвід.

Дослідники виділяють декілька рівнів нелінійності ігрового сюжету. Локальна нелінійність сюжету проявляється у дрібних подіях, які змінюють деталі, але не порушують загальну структуру сюжету. Глобальна нелінійність передбачає наявність альтернативних сюжетних ліній, що ведуть до різних ігрових фіналів. Емерджентна нелінійність виникає стихійно при взаємодії ігрових механік. Прикладом емерджентної нелінійності є сюжет гри Minecraft, де події залежать і від рішень самого гравця, і від особливостей згенерованого світу.

Розробники використовують кілька моделей формування нелінійного сюжету гри. Однією з найпоширеніших моделей є система з розгалуженням сценаріїв (branching narrative). Наприклад, у Heavy Rain модель дозволяє отримати десятки варіантів завершення гри [3]. Інша модель – модель множинних фіналів: протягом гри сюжет розвивається майже лінійно, однак вибори гравця накопичуються й визначають фінал (Mass Effect). Також, у моделі відкритого світу, як The Witcher 3: Wild Hunt, навіть побічні завдання здатні вплинути на перебіг основного сюжету [4]. Нарешті, у випадку моделі, що базується на емерджентній нелінійності, ігрова історія не задається наперед, а виникає динамічно. Наприклад, у Dwarf Fortress створюються унікальні історії завдяки випадковим подіям і симуляції поведінки персонажів [5].

Використання нелінійного ігрового сюжету характеризується низкою переваг. По-перше, посилюється ефект ігрового занурення: гравець відчуває реальний вплив на події. По-друге, для кожного гравця формується унікальний ігровий досвід. По-третє, зростає бажання перепроходити гру, оскільки існують інші варіанти розвитку подій. По-четверте, нелінійність ігрового сюжету має соціальний аспект: вона допомагає гравцям тренувати навички ухвалення рішень і відповідальності за наслідки.

Створення нелінійних ігрових сюжетів є складним завданням. Зокрема, сценарна робота є ресурсомісткою: кожна сюжетна гілка передбачає створення нових сцен, діалогів, анімацій і здійснення озвучення. Це збільшує витрати й тривалість розробки. Окрім того, деякий контент є «невидимим» - більшість користувачів помічають лише частину сценарних можливостей. Також, через надмірну свободу дій існує ризик втрати драматургічної напруги. Окрім того, технічні бар'єри, пов'язані з обмеженням пам'яті та складністю штучного інтелекту неігрових персонажів (NPC), ускладнюють масштабування таких систем [6].

Численні приклади доводять ефективність нелінійних ігрових сюжетів. У Undertale «мирний» чи «агресивний» стилі гри повністю змінюють події сюжету. У Life is Strange вибори варіантів діалогу та подій суттєво визначають хід історії. Baldur's Gate 3 забезпечує найширшу свободу дій користувача, адже базується на правилах Dungeons & Dragons і дозволяє гравцеві приймати практично будь-які рішення [7].

Варто зазначити, що принципи нелінійності активно використовуються і за межами ігрової індустрії. В освіті вони реалізуються у виді адаптивних курсів, що залежать від дій і результатів студента. У бізнесі та менеджменті вони застосовуються у симуляторах прийняття рішень, де можна відпрацьовувати різні сценарії розвитку подій. У маркетингу інтерактивні історії сприяють більшій залученості клієнтів і забезпечують відчуття персоналізованого досвіду [8].

Отже, нелінійний сюжет є однією з найбільш потужних ігрових механік, що поєднує творчі та технічні аспекти, а також має значний вплив на гравців. Нелінійність сюжету забезпечує унікальний ігровий досвід, стимулює повторне проходження гри, створює ефект причетності до ігрових подій. Розробка нелінійного сюжету вимагає великих ресурсів і високого рівня сценарного й технічного планування. Однак, розвиток генеративного штучного інтелекту відкриває перспективи ще більш гнучких і динамічних сюжетів, що змінюватимуться у режимі реального часу та максимально підлаштовуватимуться під дії користувача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк та Р. П. Шевчук, "Особливості розробки тривимірних ігор," у *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023 / Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів*, с. 254–256.
- [2] N. Orenes Ruiz. "Narrative design components in Detroit: Become Human." NadiaOrenes.es. Accessed: Sep. 7, 2025. [Online.] Available: https://nadiaorenes.es/blog_en/2018/09/narrative-design-components-in-detroit-become-human/.
- [3] C. Nutt. "Beyond Heavy Rain: David Cage on Interactive Narrative 2." GameDeveloper.com. Accessed: Sep. 7, 2025. [Online.] Available: <https://www.gamedeveloper.com/design/beyond-i-heavy-rain-i-david-cage-on-interactive-narrative>.
- [4] R. Kaiser. "How The Witcher 3 makes its open world great." Medium.com. Accessed: Sep. 7, 2025. [Online.] Available: <https://medium.com/@RowanKaiser/how-the-witcher-3-makes-its-open-world-great-2c30d4b4ca90>.
- [5] T. Adams, "Emergent Narrative in Dwarf Fortress," in *Procedural Storytelling in Game Design*, T. X. Short, T. Adams, Eds., New York, USA: A K Peters/CRC Press, 2019, ch. 13.
- [6] M. Mateas, and A. Stern, "Structuring Content in the Façade Interactive Drama Architecture," in *Proceedings of the First Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference*, 2005, pp. 93–98.
- [7] L. Olah. "The Biggest Decisions In BG3 And Their Consequences." TheGamer.com. Accessed: Sep 7, 2025. [Online.] Available: <https://www.thegamer.com/baldurs-gate-3-most-important-choices-decisions-consequences/>.
- [8] K. Werbach, and D. Hunter, *For the Win: The Power of Gamification and Game Thinking in Business, Education, Government, and Social Impact*. Wharton School Press, 2020.

ВИКОРИСТАННЯ ОПТИМІЗОВАНИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ (miniLLM) ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНИХ АГЕНТІВ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

ЗАРЕЦЬКИЙ М.О, ВАЦЕНКО А.В. (andrii.vatsenko@student.sumdu.edu.ua)
Сумський державний університет

Запропоновано використання оптимізованих мовних моделей (miniLLM) для створення динамічних NPC у комп'ютерних іграх. Проведено порівняння miniLLM із rule-based системами та загальними LLM. Отримані результати засвідчують перспективність miniLLM для мобільних і

VR-додатків, що відкриває можливості для подальшої оптимізації та застосування гібридних підходів.

Ландшафт комп'ютерних ігор довгий час обмежувався заздалегідь написаними діалоговими деревами та скриптованими NPC, що знижує рівень занурення гравця та створює передбачувану взаємодію. Поява великих мовних моделей (LLM) відкрила нові можливості для створення динамічних, контекстно-залежних діалогів і унікальних реакцій NPC у режимі реального часу, що робить ігрові світи більш живими та правдоподібними [1]. Проте інтеграція LLM у комерційні ігри стикається з проблемами високих обчислювальних витрат, затримок і складністю підтримки наративної послідовності [2].

У цій роботі пропонується підхід із використанням оптимізованих мовних моделей miniLLM, спеціально адаптованих для ігрових контекстів. Такий підхід забезпечує баланс між гнучкістю діалогів та обмеженими ресурсами, що особливо важливо для мобільних і VR-проектів. Дослідження фокусується на архітектурних особливостях miniLLM, потенційних перевагах та викликах їх впровадження, заповнюючи прогалину у наукових працях, де досі переважали дослідження процедурної генерації рівнів та класичних rule-based систем.

Використання великих мовних моделей (LLM) у комп'ютерних іграх обмежується високими обчислювальними витратами, великим споживанням пам'яті та затримками генерації відповідей, що ускладнює створення динамічних і природних діалогів NPC. Традиційні rule-based NPC забезпечують передбачуваність, але знижують рівень занурення гравця.

Метою дослідження є оцінка ефективності оптимізованих мовних моделей miniLLM для інтеграції в ігрові середовища та створення інтерактивних агентів. Основні завдання: обґрунтувати доцільність miniLLM у порівнянні з rule-based NPC та повномасштабними LLM, розробити прототип діалогового агента у Unity, провести тестування за метриками затримки, використання пам'яті та рівня занурення гравців, а також визначити переваги та обмеження miniLLM у контексті сучасних ігор.

Для проведення експериментів було використано open-source мовні моделі на базі LLaMA та GPT-NeoX, які були зменшені до розміру 1–3 млрд параметрів з метою досягнення компромісу між якістю генерації та обчислювальною ефективністю. На етапі оптимізації застосовано квантування до формату INT8 та часткове pruning (усунення малозначущих з'єднань у нейронних шарах), що дозволило суттєво знизити вимоги до пам'яті та обчислювальних ресурсів без критичної втрати якості тексту. Завдяки цьому моделі могли виконуватись на апаратурі середнього рівня, зокрема на графічній карті RTX 3060 та з використанням 16 ГБ оперативної пам'яті, що підтверджує практичність підходу для інді-розробників і невеликих студій.

Прототип інтегровано у Unity-сцену у форматі RPG-квесту, де неігрові персонажі (NPC) взаємодіють із гравцем через динамічні природномовні діалоги, які генеруються в режимі реального часу. Було реалізовано систему контекстної пам'яті для NPC, що забезпечує підтримку наративної послідовності та адаптацію відповідей до попередніх дій гравця. Для оцінки ефективності проведено порівняльні експерименти, які включали аналіз затримки генерації, стійкості до довгих контекстів, різноманітності відповідей та суб'єктивної якості взаємодії, визначеної шляхом опитування гравців. Це дозволило комплексно оцінити, наскільки miniLLM може забезпечити баланс між обчислювальною економічністю та якістю ігрового досвіду.

Для експериментального порівняння аналізу було обрано rule-based NPC (з наперед заданими сценаріями), full-size LLM (7B) у хмарі на прикладі chatgpt API на прикладі o4-mini моделі та miniLLM (1.3B) яку використовували локально.

Оцінка проводилась за трьома критеріями:

1. Latency: час генерації відповіді (мс);
2. Memory usage: обсяг оперативної пам'яті;
3. Engagement: суб'єктивна оцінка зануреності (анкетування 10 тестових гравців).

Отримані результати засвідчили:

середній час відповіді rule-based NPC — 20 мс, miniLLM — 350 мс, full LLM — понад 1,5 с (залежно від хмарного API);

використання пам'яті: rule-based < 0.1 ГБ, miniLLM ~3 ГБ, full LLM > 5 ГБ;

рівень зануреності: rule-based — 2.1/5, miniLLM — 4.2/5, full LLM — 4.5/5.

Таким чином, miniLLM забезпечили компроміс між якістю діалогу та апаратними витратами. Особливу перевагу було зафіксовано у ситуаціях з обмеженнями інтернету чи девайсами обмежені функціонально, де big LLM неможливо інтегрувати через обмеження продуктивності.

ВИСНОВКИ

У дослідженні показано, що оптимізовані мовні моделі (miniLLM) здатні суттєво збільшити залученість NPC агентів, створюючи більш реалістичну й динамічну взаємодію з гравцями. MiniLLM зберігають значну частину функціональності великих моделей при знижених ресурсних вимогах, що робить їх придатними для мобільних ігор та VR-додатків. Подальші дослідження мають бути спрямовані на удосконалення методів контролю генерації та гібридизацію LLM із класичними сценаріями для досягнення балансу між креативністю та наративною керованістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] R. L. Mendez, S. Li, and H. J. Liu, "The Future is Here: Verbal Interaction with NPCs on Mobile," in SIGGRAPH 2024: Conference Appy Hour, 2024. doi: 10.1145/3664294.3664365. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3664294.3664365>
- [2] M. M. Jahangiri and P. Rahmani, "Balancing Game Satisfaction and Resource Efficiency: LLM and Pursuit Learning Automata for NPC Dialogues," in Proc. 2024 Int. Congr. Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/HORA61326.2024.10550450. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/HORA61326.2024.10550450>

УДК 004.8:159.9:794

ЗАСТОСУВАННЯ ЧАТ-БОТІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ГРАВЦІВ ТА ПРОТИДІЇ КІБЕРБУЛІНГУ В БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ІГРАХ

ЗІНІН М.Ю., ІЗВАЛОВ О.В. (crabgmvs@gmail.com, General@cardswars.com)
Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті

У доповіді розглядається концепція розробки та впровадження системи психологічної підтримки на основі великих мовних моделей (LLM) у середовищі багатокористувацьких комп'ютерних ігор. Проаналізовано проблему токсичності та кібербулінгу в ігрових спільнотах як значущий фактор, що негативно впливає на ментальне здоров'я гравців. Наукові дослідження підтверджують, що такі явища, як расизм та сексизм, глибоко вкорінені в ігрових онлайн-спільнотах. Запропоновано архітектуру системи, що інтегрується з популярними комунікаційними платформами, зокрема Discord, та використовує спеціалізовані промпти для надання гравцям оперативної та релевантної допомоги. Розглянуто комп'ютерні ігри як ефективний майданчик для апробації та початкового розгортання такої системи перед її масштабуванням на ширшій сфері застосування.

Вступ. Багатокористувацькі комп'ютерні ігри давно перестали бути лише формою розваги, перетворившись на масштабні соціальні платформи, де мільйони людей щодня комунікують, змагаються та співпрацюють. Водночас зростання популярності онлайн-ігор супроводжується посиленням таких негативних явищ, як токсична поведінка, вербальне насильство, агресія та кібербулінг. Ці фактори не лише погіршують ігровий досвід, але й можуть завдавати реальної психологічної шкоди гравцям. Історичні події, як-от сумнозвісний скандал Gamergate, підкреслюють інтенсивність сексизму та мізогінії у світі відеоігор. Незважаючи на те, що **42% гравців — жінки**, сексистська культура процвітає як онлайн, так і офлайн. Існуючі механізми модерації часто є реактивними і не здатні надати користувачам оперативну емоційну підтримку.

Постановка проблеми. Метою даної роботи є розробка концептуальної моделі системи психологічної підтримки для гравців на базі штучного інтелекту (ШІ) та визначення сфери комп'ютерних ігор як пілотного середовища для її апробації (proof-of-concept). Система має вирішувати наступні завдання:

- Надавати гравцям миттєву та анонімну психологічну допомогу в ситуаціях, пов'язаних з кібербулінгом та токсичною комунікацією.
- Аналізувати ігрові ситуації та надавати конструктивні поради щодо реагування на агресію.
- Слугувати безпечним простором для первинного опрацювання негативних емоцій, отриманих під час гри.
- У разі виявлення ознак серйозних психологічних проблем, система має коректно перенаправляти користувача до гарячих ліній або професійних спеціалістів.

Виклад суті дослідження. Запропонована система базується на використанні сучасних великих мовних моделей, таких як Google Gemini. Її архітектура є модульною і складається з кількох ключових компонентів:

Ядро системи: ШІ-модель зі спеціально розробленим системним промптом, який налаштовує її на роль емпатичного психологічного асистента, обізнаного в специфіці ігрових спільнот та типових конфліктних ситуацій.

Інтеграційний модуль: На першому етапі реалізації пропонується створення чат-бота для платформи Discord, оскільки вона є основним центром комунікації для більшості ігрових спільнот. Бот прийматиме повідомлення від користувачів, передаватиме їх до ядра системи через API та повертатиме відповідь.

Контекстуальна адаптація: Важливою особливістю системи є її здатність враховувати контекст конкретної гри. Промпт для ШІ має містити інформацію про специфіку ігрового процесу, щоб бот міг не просто давати загальні поради («не зважай, це лише гра»), а аналізувати конкретну ігрову ситуацію, яка стала причиною конфлікту, та пропонувати релевантні стратегії поведінки.

Вибір ігрового середовища для пілотного проєкту обґрунтовується кількома причинами. По-перше, це дозволяє тестувати систему в умовах з меншим рівнем чутливості порівняно з реальними життєвими ситуаціями, що створює безпечний простір для експериментів та ітерацій. По-друге, успішне впровадження такої системи може стати вагомим доказом її ефективності (proof-of-concept) для подальшого масштабування та створення глобального сервісу психологічної підтримки.

Перед впровадженням пропонується провести попереднє дослідження для створення «рейтингу токсичності» спільнот популярних ігор (наприклад, Dota 2, FIFA, League of Legends та ін.), щоб визначити найбільш пріоритетну гру для першого етапу розгортання системи. Для цього можна застосувати методологію, що базується на **обробці природної мови (NLP)**, аналогічну до тієї, що була використана у дослідженні A. Ghosh (2021). Такий підхід передбачає збір та аналіз великих обсягів текстових даних (постів та коментарів) з платформ **Twitter** та **Reddit**, присвячених популярним іграм. Зібрані текстові дані вимагають ретельного очищення для видалення специфічних елементів, як-от URL-адреси, емодзі, згадки користувачів, а також «стоп-слів» — слів, що не несуть значного смислового навантаження. Масштаб даних, що підлягають аналізу, є значним, що ілюструє наступна таблиця, яка показує статистику зібраних та очищених даних для декількох ігрових спільнот.

Табл. 1. Статистика зібраних даних до та після очищення

Game Data	Twitter Posts	Reddit Posts	Combined Posts	Words in data
Fortnite	767459	349007	381875	5718053
Minecraft	330255	65569	185772	2625108
Overwatch	154218	94002	145285	3593182
PUBG	115628	23642	79000	1285979
FIFA	98183	37542	80176	1509896
The Sims	76962	21900	51390	930728
Dota	38533	18036	32775	873345
League of Legend	36568	10601	23022	727142
Bloodstained	32612	7824	19630	443179
World of Warcraft	19352	33660	42018	1084489
Total	1669770	661783	104943	18791101

Після очищення даних ключовим етапом є **аналіз тональності (Sentiment Analysis)**, який дозволяє класифікувати повідомлення як позитивні, негативні чи нейтральні. Це дає змогу оцінити загальний емоційний фон кожної ігрової спільноти. Як показує дослідження, більшість постів в ігрових спільнотах є емоційно забарвленими, тобто або позитивними, або негативними. Розподіл полярності постів, наведений нижче, демонструє емоційний ландшафт ігрових спільнот та допомагає виявити ті, що найбільше схильні до негативу.

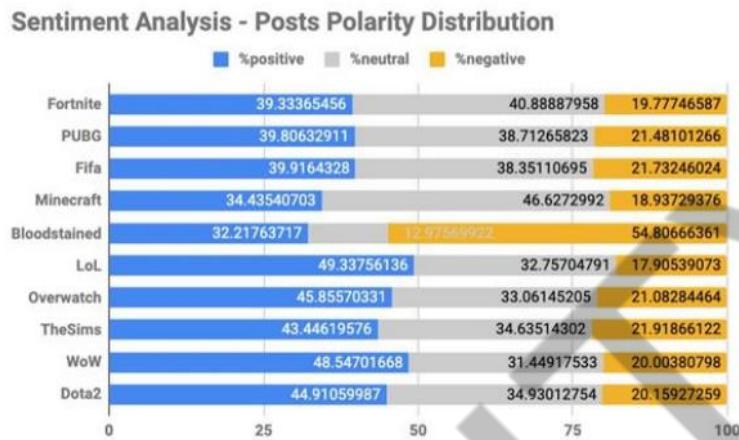


Рисунок 1. Розподіл полярності постів: синій колір — відсоток позитивних постів, сірий — нейтральних, жовтий — негативних.

Дані з цього аналізу є критично важливими для визначення пріоритетів. Наприклад, спільноти ігор **Bloodstained**, **The Sims** та **FIFA** демонструють високий відсоток негативних повідомлень (54.8% , 21.9% та 21.7% відповідно), що робить їх головними кандидатами для пілотного впровадження системи психологічної підтримки. Такий підхід, що ґрунтується на даних, дозволяє здійснювати цільову інтервенцію там, де вона є найбільш необхідною.

Висновки. Запропонований підхід до використання ШІ не для покращення ігрового процесу, а для оздоровлення соціального клімату в ігрових спільнотах є інноваційним та соціально значущим. Наукові дані підтверджують, що **расизм та сексизм значною мірою отруюють ігрові спільноти**, що підкреслює актуальність розробки інструментів протидії. Розробка та апробація чат-бота для психологічної підтримки гравців може суттєво покращити користувацький досвід та зменшити негативний вплив кібербулінгу. Успішна реалізація цього проєкту в обмеженому ігровому середовищі відкриє шлях до створення масштабованої та універсальної платформи психологічної допомоги, застосовної у найрізноманітніших сферах людської взаємодії.

Ключові слова: штучний інтелект, психологічна підтримка, кібербулінг, комп'ютерні ігри, токсичність, чат-бот, Gemini, Discord, великі мовні моделі, аналіз тональності, обробка природної мови, вербальне насильство.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Ghosh, "Analyzing Toxicity in Online Gaming Communities," *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, vol. 12, no. 10, pp. 4448-4455, 2021. [Online]. Available: <https://turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/5182/4335>.
- [2] B. Nic Giolla Easpaig, "An exploratory study of sexism in online gaming communities: Mapping contested digital terrain," *Community Psychology in Global Perspective*, vol. 4, no. 2, pp. 119-135, 2018. [Online]. Available: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2359482>.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КІБЕРБЕЗПЕКИ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

КОЛОЦЕЙ Д.Д. (kolotseidenis@gmail.com)

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Враховуючи виклики, які створює розподілена архітектура, незмінність даних та складність смартконтрактів для традиційних методів захисту, робота акцентує увагу на трансформаційній ролі штучного інтелекту. Нейронні мережі можуть бути застосовані для ефективного виявлення аномалій у транзакціях, ідентифікації вразливостей у коді смартконтрактів, проактивного прогнозування атак "нульового дня" та автоматизованого реагування на кіберзагрози.

Сучасний цифровий ландшафт неупинно еволюціонує, приводячи до стрімкого зростання популярності децентралізованих систем, таких як блокчейн-додатки, децентралізовані фінансові платформи (DeFi) та імерсивні Web3-ігри. Ця трансформація обіцяє безпрецедентну прозорість, стійкість до цензури та нові моделі взаємодії, проте одночасно породжує унікальні та складні виклики у сфері кібербезпеки. Традиційні парадигми захисту, засновані на централізованому контролі та периметровому захисті, часто виявляються недостатніми або зовсім неефективними в розподілених середовищах, де відсутня єдина точка відмови, а атаки можуть бути скоординованими та важко виявлюваними. У відповідь на ці нові загрози штучний інтелект, особливо нейронні мережі, виступає як потужний і перспективний інструмент, здатний переосмислити підходи до забезпечення безпеки в децентралізованих системах, надаючи адаптивні, проактивні та інтелектуальні рішення, що здатні протистояти динамічному спектру кіберзагроз[1,2].

Децентралізовані системи за своєю природою представляють низку структурних особливостей, які ускладнюють застосування класичних методів кібербезпеки. Розподілена архітектура, де кожен вузол є потенційною точкою атаки, робить традиційні міжмережеві екрани та системи виявлення вторгнень менш результативними. Принцип незмінності даних у блокчейні, хоч і є його перевагою, означає, що будь-яка шкідлива або помилкова транзакція, одного разу записана, не може бути видалена, що вимагає надзвичайної точності та надійності на етапах валідації та виконання. Особливу складність становлять смартконтракти – програмний код, що виконується в блокчейні – де навіть найменша вразливість може призвести до катастрофічних фінансових втрат, оскільки вони часто керують значними обсягами цифрових активів. Додатковим фактором є анонімність учасників та постійна поява атак "нульового дня", для яких ще не існує відомих механізмів захисту. Саме тут нейронні мережі демонструють свій значний потенціал, завдяки здатності виявляти складні, неочевидні закономірності у великих обсягах даних, адаптуватися до нових загроз та безперервно навчатися.

Одним із ключових застосувань нейромереж є виявлення аномалій у транзакціях. Моделі, такі як автокодувальники або рекурентні нейронні мережі, можуть бути навчені на величезних масивах "нормальних" шаблонів транзакцій у блокчейні, аналізуючи такі параметри, як обсяг, швидкість, адреси учасників та кількість підтверджень. Будь-яке значне відхилення від цих усталених шаблонів може бути негайно позначене як аномальне, потенційно шахрайське або шкідливе, дозволяючи виявляти атаки Sybil, незвичайно великі транзакції, що свідчать про виведення коштів, або маніпуляції в пулах ліквідності DeFi. Додатково, нейронні мережі можуть бути залучені до ідентифікації вразливостей у смартконтрактах. Навчаючись на великих корпусах коду, що включають як безпечні, так і відомо вразливі контракти, згорткові або графічні нейронні мережі здатні аналізувати структурну та семантичну інформацію коду, автоматично виявляючи патерни відомих вразливостей, таких як reentrancy, помилки контролю доступу або переповнення. Це значно автоматизує та прискорює процес аудиту коду, який наразі значною мірою залежить від ручної праці та експертних знань.[3]

Крім того, можливості нейромереж розширюються до проактивного прогнозування атак "нульового дня". Аналізуючи не лише дані блокчейну, а й мережевий трафік, журнали подій та

інформацію з відкритих джерел, таких як форуми розробників, ШІ може виявляти ранні, ледь помітні ознаки потенційних експлойтів ще до їхньої реалізації. Такий проактивний підхід дозволяє розробникам та операторам системи вжити превентивних заходів, таких як тимчасове призупинення функцій, оновлення коду або підвищення рівня моніторингу. Найбільш перспективним напрямком є автоматичне реагування на загрози. У поєднанні з системами автоматизації, нейронні мережі можуть не тільки ідентифікувати підозрілу активність, але й ініціювати попередньо запрограмовані або динамічно визначені дії у відповідь. Це може включати автоматичне блокування підозрілих адрес, призупинення виконання смартконтракту, ізоляцію скомпрометованих вузлів або миттєве сповіщення адміністраторів системи для подальшого втручання[4]. У контексті Web3-ігор це може проявлятися у тимчасовому блокуванні облікових записів гравців, що використовують ботів або експлойти. Однак, реалізація таких автономних систем вимагає виняткової точності ШІ, щоб уникнути помилкових спрацювань, які можуть призвести до блокування легітимних користувачів.

Висновок. Попри величезний потенціал, інтеграція нейромереж у сферу кібербезпеки децентралізованих систем вимагає подолання низки викликів, серед яких потреба у великих і якісних навчальних даних, проблема інтерпретованості рішень "чорної скриньки" нейронних мереж, загроза адаптації зловмисників до нових захисних механізмів та значні обчислювальні ресурси, необхідні для тренування складних моделей. Проте, активні дослідження та розробки в цій галузі свідчать про незворотність процесу інтеграції. Майбутнє кібербезпеки децентралізованих систем нерозривно пов'язане з подальшим розвитком та впровадженням штучного інтелекту. Нейронні мережі пропонують безпрецедентні можливості для виявлення аномалій, ідентифікації вразливостей, проактивного прогнозування атак та автоматизованого реагування на загрози, що є абсолютно критичним для забезпечення цілісності, безпеки та довіри в децентралізованих екосистемах епохи Web3. Подолавши наявні виклики, ШІ стане незамінним та центральним компонентом архітектури безпеки майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhuang, Y., et al. (2020). Smart Contract Vulnerability Detection using Graph Neural Networks. URL: <https://www.ijcai.org/proceedings/2020/0454.pdf>
2. Tang, X., Du, Y., et al. (2023). Deep learning-based solution for smart contract vulnerabilities detection (Lightning Cat). Scientific Reports (Nature). URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-47219-0>
3. Shevchuk, R., et al. (2025). Anomaly Detection in Blockchain: A Systematic Review of Applied Sciences / MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/15/8330>
4. Guo, J., et al. (2024). Multi-Scale Encoder Vulnerability Detection (MEVD) — multi-scale підходи до виявлення вразливостей смартконтрактів. (журнал / препринт) URL: <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/3/489>

УДК 004.8

СУЧАСНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВЕБ-РЕСУРСІВ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТА РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

КОЛОЦЕЙ Ю.Д. (5422537@stud.kai.edu.ua)

Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Веб-ресурси є критично важливими інструментами для комунікації, бізнесу та освіти. Ця тенденція зумовила попит на ефективні та гнучкі платформи для їх створення. Метою цієї роботи є проведення порівняльного аналізу сучасних платформ, таких як CMS (WordPress, Joomla) та конструктори сайтів (Tilda, Wix).

Розвиток інформаційних технологій та зростаюча потреба у створенні якісних веб-ресурсів ставлять перед користувачами та розробниками завдання вибору оптимальної платформи. Велика кількість доступних рішень, від складних CMS до спрощених конструкторів, ускладнює процес прийняття рішення. Проблемним аспектом залишається недостатнє розуміння переваг і обмежень кожного підходу, а також зростаюча роль технологій штучного інтелекту (ШІ), що змінюють традиційні підходи до веброзробки. Це зумовлює необхідність комплексного порівняльного аналізу.

Сучасні інструменти для створення веб-ресурсів можна поділити на два основних типи: CMS та конструктори сайтів. Кожен із них орієнтований на різні завдання та категорії користувачів.

CMS, такі як WordPress, Joomla, Drupal, надають розробникам повний контроль над сайтом, його структурою та функціоналом. Вони ідеально підходять для великих проєктів зі складною архітектурою, оскільки дозволяють масштабувати сайт, інтегрувати різноманітні плагіни та реалізувати індивідуальні технічні рішення. Однак, їх використання вимагає глибоких технічних знань, регулярного обслуговування та забезпечення безпеки.[1]

Конструктори сайтів (Wix, Tilda, Squarespace) орієнтовані на простоту використання та швидкість розгортання. Завдяки візуальним редакторам та готовим шаблонам, вони дозволяють створювати повноцінні сайти навіть користувачам без навичок програмування. Вони оптимальні для малого та середнього бізнесу, а також для створення портфоліо чи цільових сторінок.[2]

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз платформ

Критерій оцінки	CMS (WordPress)	Конструктори сайтів (Wix/Tilda)
Складність використання	Середня/Висока. Потрібні базові знання для налаштування та підтримки.	Низька. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, не потребує знань коду.
Гнучкість та масштабованість	Висока. Функціонал розширюється за допомогою тисяч плагінів та тем.	Середня. Функціонал обмежений можливостями платформи та інтеграціями.
Вартість	Змінна. Витрати на хостинг, домен, преміум-теми/плагіни.	Фіксована. Вартість тарифного плану, що включає хостинг та основні функції.
SEO-оптимізація	Висока. Повний контроль над SEO-налаштуваннями та плагінами (наприклад, Yoast SEO).	Обмежена. Базові налаштування, залежить від функціоналу платформи.
Штучний інтелект	Інтегрується через окремі плагіни для генерації контенту, зображень, аналітики.	Вбудований. Частина платформи (наприклад, Wix ADI, Tilda AI) для автоматичного дизайну та контенту.

Аналіз показав, що CMS забезпечують масштабованість і високу гнучкість, але вимагають більших ресурсів та технічної підготовки. Конструктори сайтів, навпаки, надають швидкий і зручний спосіб створення вебресурсу, проте їх можливості обмежуються інструментами платформи.

Окрему увагу заслуговує інтеграція ШІ у веброзробку. У WordPress доступні плагіни на основі великих мовних моделей, які генерують тексти, описи товарів чи зображення. У Wix вбудований AI Writer створює контент із урахуванням ключових слів, тоді як у Tilda асистент допомагає формулювати заголовки й тексти на основі коротких підказок. У сфері дизайну WordPress і Wix пропонують автоматичне формування макетів залежно від завдання користувача, тоді як Tilda поєднує AI-копірайтинг із ручною побудовою структури.[3]

Отримані результати підтверджують, що ШІ перестає бути лише допоміжним елементом і стає складовою процесу веброзробки. Його інструменти використовуються для автоматизованого створення контенту, дизайну, персоналізації й SEO-оптимізації. Це сприяє формуванню динамічних та інтерактивних вебресурсів нового покоління.

Висновки. Проведений аналіз засвідчив, що WordPress, Wix і Tilda залишаються найбільш поширеними платформами для створення інформаційних веб-ресурсів. Вони різняться рівнем складності, орієнтованістю на певні категорії користувачів та можливостями автоматизації. Вибір платформи залежить від специфіки проєкту: для великих, складних порталів та інтернет-магазинів доцільно використовувати CMS, тоді як для лендінгів, сайтів-візиток або портфоліо кращим вибором будуть конструктори.

Штучний інтелект інтегрується у всі етапи розробки та функціонування сайтів – від створення текстів і дизайну до SEO-оптимізації та інтерактивної взаємодії з користувачами. Перспективи розвитку полягають у поєднанні веб-технологій із AR/VR, гейміфікацією та глибокою персоналізацією цифрового контенту. У цьому контексті штучний інтелект виступає не лише як допоміжний інструмент, а як рушійна сила еволюції веб-середовища, що сприяє формуванню нового рівня комунікації в освіті, медіа та бізнесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. "What Is a Content Management System and How to Choose One," WordPress.com, Jul. 6, 2018. URL: <https://wordpress.com/go/tutorials/what-is-a-cms/> (Дата звернення: 16.09.2025).
2. M. Rancea, "Tilda Review: My Verdict for 2025," *Ecomm.Design*, Jun. 13, 2025. URL: <https://ecomm.design/tilda-review/> (Дата звернення: 16.09.2025).
3. Mirror Review, "The Future of Web Design with AI Website Builders" URL: https://www.mirrorreview.com/ai-in-website-builders/?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення: 16.09.2025).

УДК 004.41+004.89

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА CRM-СИСТЕМА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМУНІКАЦІЙ З КЛІЄНТАМИ

КОНДРАТЮК О.О.(kondralex222@gmail.com), РОМАНІЮК О.В.
Вінницький національний технічний університет

Анотація. У роботі представлено підхід до розробки інтелектуальної CRM-системи, що поєднує інструменти відео- та аудіозв'язку з модулями штучного інтелекту

Abstract. The paper presents an approach to developing an intelligent CRM system that integrates audio-video communication tools with artificial intelligence modules.

Keywords: CRM, artificial intelligence, speech processing, sentiment analysis, sales, customer support.

Вступ

Сучасні компанії, що працюють у сфері продажів та надання послуг, дедалі частіше стикаються з потребою забезпечити не лише зберігання та облік інформації про клієнтів, а й глибоку аналітику процесу комунікації. Зростання конкуренції та підвищення очікувань споживачів вимагає від бізнесу оперативної, персоналізованої та високоякісної взаємодії з клієнтом у реальному часі.

Класичні CRM-системи надають базові можливості для управління контактами та планування продажів, однак вони обмежені в аналізі емоційного контексту розмови, розпізнаванні прихованих сигналів та формуванні пропозицій «тут і зараз».

Інтеграція технологій штучного інтелекту відкриває нові перспективи: автоматичний аналіз телефонних дзвінків і відеоконференцій, оцінка настрою співрозмовника та динамічна підтримка менеджера у процесі спілкування створюють значну конкурентну перевагу.

Метою дослідження є розробка методів і програмного засобу, що підвищує ефективність клієнтських комунікацій шляхом інтеграції модулів штучного інтелекту у корпоративну CRM-платформу та забезпечує масштабовану архітектуру для великих підприємств.

Основні підходи та методи

Автоматична транскрипція

Для перетворення мовлення у текст застосовуються сучасні нейронні моделі автоматичного розпізнавання мовлення [1], здатні працювати в режимі реального часу й підтримувати багатомовність. Такий підхід дає змогу:

- зберігати повні текстові розшифровки розмов у базі CRM;
- швидко знаходити ключові фрагменти діалогу;
- формувати аналітичні звіти, що полегшують контроль якості роботи менеджерів та подальший тренінг персоналу.

Аналіз настрою клієнта

Комбіноване використання алгоритмів обробки природної мови [2] та паралельного аналізу акустичних характеристик — тону, інтонації, частоти пауз — дає можливість виявляти емоційний стан співрозмовника. Результати автоматично візуалізуються у вигляді індикатора або шкали настрою, що дозволяє менеджеру коригувати тактику спілкування, наприклад, зменшити швидкість мови чи змінити аргументацію у критичний момент.

Інтелектуальні підказки

На основі поточного змісту діалогу, попередніх контактів і внутрішніх бізнес-правил система пропонує:

- релевантні відповіді та уточнювальні питання;
- персоналізовані комерційні пропозиції;
- наступні кроки взаємодії, наприклад планування повторного дзвінка або надсилання електронної пошти.

Це скорочує час реакції, знижує навантаження на менеджера та підвищує конверсію угод.

Архітектура програмного засобу

Платформа спроектована за мікросервісним принципом, що забезпечує незалежне масштабування модулів обробки мовлення та аналітики. Зберігання даних реалізоване у хмарному середовищі з підтримкою горизонтального масштабування [3] — наприклад, за допомогою AWS S3 та реляційної бази RDS.

Для потокової обробки аудіо використано брокер повідомлень [4], зокрема RabbitMQ або Apache Kafka, що гарантує надійність доставки та високу пропускну здатність. Така архітектура легко адаптується під різні корпоративні інфраструктури та рівні навантаження.

Орієнтація на впровадження

Подальші дослідження спрямовані на масштабування системи для використання у великих контакт-центрах та комерційних мережах. Планується розширення функціоналу аналітики, оптимізація швидкодії обробки поточних даних та розробка модулів інтеграції з популярними корпоративними CRM-платформами.

Висновки. Інтелектуальна CRM-система, що поєднує автоматичну транскрипцію розмов, аналіз настрою та динамічні підказки, істотно підвищує результативність комунікації менеджерів із клієнтами та рівень задоволеності користувачів послуг.

Застосування технологій розпізнавання мовлення, сучасних алгоритмів NLP і хмарної мікросервісної архітектури забезпечує високу масштабованість, відмовостійкість та можливість гнучкого налаштування під потреби різних галузей.

Таке рішення створює надійне підґрунтя для подальшого розвитку інтелектуальних контакт-центрів і відповідає тенденціям цифрової трансформації бізнесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Automatic Speech Recognition: A Complete Overview. [Онлайн]. Доступно:
2. <https://uk.shaip.com/blog/automatic-speech-recognition-a-complete-overview>
3. Профосвіта. Курс «Штучний інтелект у бізнесі». [Онлайн]. Доступно: https://profosvita.online/courses/course-v1:Profosvita+CM-R042-OEP+2025/courseware/1ca33a8f1bb34f02ba777dcd36616c91/b394a5e241f24933830ccf5fc1849463/5?activate_block_id=block-v1%3AProfosvita%2BCM-R042-OEP%2B2025%2Btype%40vertical%2Bblock%4022ffa0b790ef4320b40dfdc9d1f3d8fa

4. Масштабованість хмари: горизонтальне та вертикальне масштабування IT-інфраструктур. Cases Media. [Онлайн]. Доступно: <https://cases.media/article/masshtabovanist-khmari-gorizontalne-ta-vertikalne-masshtabuvannya-it-infrastruktur?srsltid=AfmBOoo3U5J-07vd7-O44mnttu9NNERbOQxZsGkrX86x0w0aDBmBMi3Q>
5. Аналіз брокерів повідомлень RabbitMQ та Apache Kafka. Наука-Online. [Онлайн]. Доступно: <https://nauka-online.com/publications/information-technology/2018/6/analiz-brokerov-soobshhenij-rabbitmq-i-apache-kafka>

УДК: 004.8:794.1

LEELA CHESS ZERO ЯК ПРИКЛАД РОЗВИТКУ ІГРОВОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ОСНОВІ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ

КОСТИН Є. С. (kostinevgen2020@gmail.com)
Криворізький Національний Університет

У даній роботі розглянуто застосування методів штучного інтелекту (ШІ) і машинного навчання у шахових іграх на прикладі проєкту Leela Chess Zero (LCZero). Метою даної роботи є аналіз архітектури LCZero, її навчального процесу та ігрових результатів. У роботі буде описано які особливості мають нейромережева архітектура та алгоритми пошуку LCZero. Окремо буде висвітлено як застосування глибоких нейронних мереж і алгоритму пошуку Монте-Карло сприяло досягненню високого рівня ефективності.

Вступ.

Leela Chess Zero (LCZero) – це шаховий рушій із відкритим вихідним кодом, що навчається методом підкріплення через самонавчання (self-play). На відміну від рушіїв минулого покоління, LCZero не має «вбудованих» знань (так званих правил евристики), крім правил гри. Програма навчається, генеруючи випадкові партії проти себе самої, після чого оновлює ваги на основі результатів цих партій. Вся мережа має дві вихідні «голови» (політика і значення), схожі на AlphaZero. За перші місяці навчання LCZero досяг рівня гротмейстера, випередивши за потужністю інші движки (Rybka, ранні версії Stockfish, Komodo) незважаючи на значно меншу кількість оцінок позицій. З моменту першого запуску наприкінці 2017 року двигун неухильно зростає: станом на середину 2025 року він провів понад 2,5 мільярда партій сам з собою (приблизно 1 млн ігор на добу), а по силі він зрівнявся з іншими провідними програмами, такими як Stockfish.

Структура.

Архітектура програми базується на глибоких нейронних мережах із залишковими блоками (ResNet). LCZero використовує алгоритм Monte Carlo Tree Search (MCTS) з варіантом відбору ходів PUCT (Predictor + UCT), де пріоритети ходів задаються політикою нейронної мережі [1]. Цей алгоритм поєднує стохастичний пошук із пріоритизацією на основі нейромережових передбачень, забезпечуючи збалансовану стратегію дослідження та використання. Його ключовою особливістю є використання розподілу ймовірностей ходів із мережових політик як апіорної інформації для спрямування пошуку, що дозволяє концентрувати обчислювальні ресурси на стратегічно перспективних варіантах. Одночасно застосування формули UCT з модифікацією PUCT гарантує дослідження менш вивчених гілок, запобігаючи надмірному зосередженню на вже підтверджених ходах. Глибока нейронна мережа LCZero оцінює позицію і виводить два значення:

1. Вектор політики - відповідає за ймовірності ходів. На вхід мережі подається шахова позиція, а на виході – розподіл імовірностей для кожного можливого ходу.
2. Вартість позиції – числова оцінка позиції. Дає число від -1 до +1 (чи у деяких версіях від 0 до 1), яке означає шанси на перемогу з даної позиції (1 – виграв, -1 – поразка, 0 – рівність).

Історично LCZero спочатку використовувала згорткові нейромережі (CNN). У 2022 році LCZero перейшла на трансформерну архітектуру (Monroe & Chalmers) [2]. Ідея Monroe & Chalmers

полягає у перенесенні принципів трансформерної архітектури, успішно випробуваної в галузі обробки природної мови, у домен шахового моделювання з метою подолання обмежень класичних згорткових мереж. На відміну від CNN та ResNet, які в основному захоплюють локальні закономірності, трансформер дозволяє формувати глобальні представлення позиції завдяки механізму “Self-attention”, що забезпечує одночасне врахування взаємодії між усіма фігурами на дошці незалежно від їхнього розташування. Такий підхід має на меті підвищити здатність моделі виявляти стратегічні залежності та довгострокові паттерни, що виходять за межі локального контексту, і тим самим сприяти покращенню якості оцінки позицій та вибору ходів у процесі пошуку. У реалізації для шахів кожен клітинку дошки представляють як окремий токен (64 токени загалом), а основна частина мережі складається зі стеку шарів «Post-LayerNorm» із «Self-attention». Крім того, запроваджено домен-специфічне кодування позицій smolgen. це компактне ("small generator") кодування, спеціально створене для шахів. Воно переводить інформацію про фігури, їхні кольори, хід гравця, рокировки, тощо, у вектори, які зручніше обробляти нейромережі. Таким чином, модель може враховувати довгострокові зв'язки між фігурами на різних кутах дошки. Ці дані використовуються у дереві пошуку для пріоритизації перспективних ходів і оцінки кінцевих результатів. У результаті алгоритм поєднує переваги глибинного навчання з класичним пошуком, що забезпечує ефективний відбір ходів згідно з оцінкою нейромережі.

Тренувальний процес організовано розподілено: волонтери запускають клієнт LCZero на своїх комп'ютерах, генерують ігри, а потоки даних через сервер оновлюють мережеві ваги [3]. В результаті за рахунок масивних обчислень до середини 2025 року накопичено понад 2,5 мільярда самопротестованих партій. Такий підхід дозволяє без залучення сторонніх даних досягати стабільного росту рівня гри. LCZero реалізовано на C++ з підтримкою різних обчислювальних «бекендів» (CUDA, cuDNN, OpenCL, тощо) для запуску на GPU. Мережі спеціально адаптовані для паралельних обчислень на графічних процесорах. Це дає змогу одночасно обробляти тисячі операцій множення на нейрон, що необхідно для оцінки сотень і тисяч варіантів у дереві пошуку за один хід.

Результативність.

LCZero досягла суттєвих успіхів у комп'ютерних шахових турнірах. Так, в травні 2019 року LCZero виграла суперфінал TCEC сезону 15, перегравши Stockfish з рахунком 53.5–46.5. Аналогічно, навесні 2020 у сезоні 17 LCZero здобула перемогу над Stockfish (52.5–47.5). До цього вона посідала перші місця у нижчих дивізіонах TCEC (вигравши дивізіон 4 в сезоні 13 в серпні 2018) та здобула Кубок TCEC 2. У квітні 2019 LCZero стала першим нейронним двигуном, який виграв Чемпіонат Chess.com (бліц). Таким чином, LCZero демонструвала швидкий прогрес – всього за кілька місяців самонавчання вона досягла гротмейстерського рівня і почала конкурувати з провідними традиційними шаховими програмами.

З появою нової версії Stockfish з включеною нейронною компонентою NNUE LCZero частіше займає другі місця в змаганнях. Проте і в нових турнірах LCZero залишається надзвичайно конкурентоспроможною. Наприклад, у TCEC Season 26 (березень 2024) суперфінал між LCZero (v0.31-BT4) і Stockfish завершився нічийним рахунком 52.0–52.0, тобто обидва двигуни набрали по 52 пункти. Це свідчить, що LCZero і досі на рівні з найпотужнішим традиційним шаховим рушієм. Загалом LCZero стабільно входить до топ-3 комп'ютерних шахових програм світу (разом зі Stockfish та інколи AllieStein).

Експерименти показують, що LCZero швидко досягає високого рівня навіть при обмеженій пошуковій глибині. Згідно з оцінкою розробників, сучасні моделі LCZero здатні грати на рівні гротмейстера при виконанні лише однієї оцінки позиції на хід. Окремо чисто політична мережа (без пошуку) демонструє еквівалент оцінки понад 2600 ELO на шахових серверах. Це вказує на виняткову здатність нейромережі вникати в позиційну сутність гри. Загалом результати LCZero підтверджують, що підхід самонавчання може давати дуже сильний шаховий інтелект, який уникає обмежень класичних евристик і водночас ефективно використовує навчання на великому масиві власних партій.

Висновки.

Проект Leela Chess Zero є яскравим прикладом того, як сучасні методи ШІ та глибокого навчання змінюють підходи до розв'язання завдань у ігрових системах. Комбінація глибинної нейронної мережі з пошуком MCTS дозволила LCZero досягти супергротмейстерського рівня гри.

LCZero успішно реалізувала ідею AlphaZero в відкритому проєкті і суттєво перевершила початкові результати AlphaZero в шахах. Дослідження її роботи (зокрема інтерпретації мережевої поведінки) підтверджують, що мережі LCZero можуть вивчити внутрішній «прогноз» (look-ahead) ходів і приймати позиційні рішення, подібно до людей [4]. Високі змагальні результати LCZero демонструють, що такі системи здатні конкурувати з найпотужнішими традиційними двигунами (що використовують, зокрема, NNUE) і часто навіть перевершувати їх у відкритому тесті. Отже, аналіз структури і практичних досягнень LCZero підтверджує ефективність алгоритмів самонавчання у галузі ігрового ШІ. LCZero послужила основою для подібних проєктів (наприклад, AobaZero у сьогі) і демонструє потенціал об'єднаної волонтерської спільноти у створенні суперінтелекту без централізованого фінансування. Надалі розвиток LCZero (нові моделі-трансформери) та дослідження її внутрішніх механізмів можуть принести цінний досвід для широкого кола завдань, де глибоке навчання застосовується до ігор та складних послідовних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] R. Haque, T. Han Wei, and M. Müller, “On the Road to Perfection? Evaluating Leela Chess Zero Against Endgame Tablebases,” in *Advances in Computer Games 17*, C. Browne, et al., Eds., Lecture Notes in Computer Science, vol. 13262. Cham: Springer, 2022, pp. 142–152.
- [2] Leela Chess Zero Team, “Transformer Progress,” Leela Chess Zero Blog, Feb. 28, 2024. [Online]. Available: <https://blog.lczero.org/2024/02/transformer-progress.html>
- [3] “Leela Chess Zero,” Chessprogramming Wiki. [Online]. Available: https://www.chessprogramming.org/Leela_Chess_Zero
- [4] E. Jenner, S. Kapur, V. Georgiev, C. Allen, S. Emmons, and S. Russell, “Evidence of Learned Look-Ahead in a Chess-Playing Neural Network,” arXiv preprint arXiv:2406.00877, 2024.

УДК 004.42

МЕТОДИ КОНТРОЛЬОВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

КУДРЯВЦЕВ А. В.

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

Алгоритми процедурної генерації — це вид комп'ютерних алгоритмів, який автоматично генерує контент в режимі реального часу відповідно до встановлених правил, коефіцієнтів та обмежень. Одна з ключових переваг процедурної генерації - це скорочення витрат розробки, різних комерційних продуктів. В ігровій індустрії процедурна генерація піднімає дизайн на новий рівень і покращує ключові ігрові системи.

Алгоритми процедурної генерації традиційно характеризуються певними обмеженнями щодо можливості точного контролю за створюваним контентом, що обумовлює відсутність прямого способу генерації конкретних структур. У більшості випадків результат залежить від випадковості або потребує додаткового включення заздалегідь підготовлених елементів після завершення основного процесу генерації.

Ідея формування систем контролю за генерацією структур виникла в контексті спроби створення кратерів, які попри відносну простоту структури, яка не вимагає застосування складних алгоритмів ерозії чи їхньої імітації, залишається достатньо комплексною для того, щоб формуватися в «випадковому» порядку.

Для роботи були використані алгоритми процедурної генерації, що працюють на принципах стохастичних фракталів/поверхонь, зокрема, Diamond-Square. Алгоритм Diamond-Square, як найвідоміший приклад застосування стохастичних фракталів, надає змогу здійснювати більш керовану генерацію.

Алгоритм “Diamond-Square” був запропонований Фурньє (Fournier), Фасселом (Fussell) і Карпентером (Carpenter) на конференції SIGGRAPH у 1982 році. Цей алгоритм працює на

двовимірній квадратній сітці і просувається через серію ітерацій, кожна з яких вдосконалює деталі сітки, додаючи випадковість для симуляції складності природних ландшафтів.

У застосованих методах контролю важливу роль відіграють контрольні поверхні — фіксований, ідеальний вид структури, яку потрібно згенерувати. Для контрольних поверхонь використовується підхід у вигляді функцій типу $f(x, y)$, які дозволяють визначати значення у будь-якій точці двовимірної площини через пару координат x та y .

Для формування подібної контрольної поверхні використовувався метод обертання функції виду $f(x)$ навколо визначеної центральної точки або, як це ще називають, побудова поверхні з використанням принципу радіальної симетрії, що дозволяє отримувати об'ємні форми на основі одновимірного профілю, у даному випадку кратера (рис. 1).

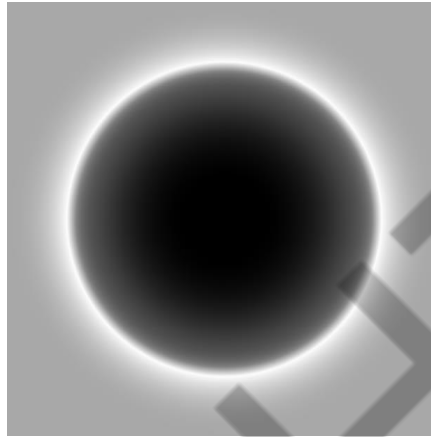


Рисунок 1 – Карта висоти нижньої контрольної поверхні.

Сама крива $f(x)$ представлена як кусочно-задана функція, де окремі сегменти визначаються незалежно, дозволяючи комбінувати різні функції для досягнення бажаної форми кривої. Кожен із цих сегментів формується за допомогою кривих Безьє (рис. 2).

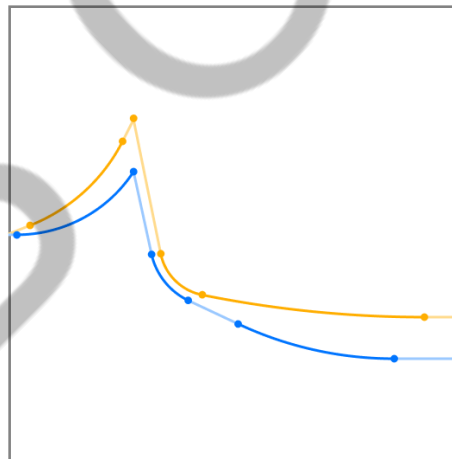


Рисунок 2 – Використані криві з визначеними сегментами, насиченим кольором позначені кубічні криві Безьє, ненасиченим — лінійні.

У попередніх дослідженнях з використанням алгоритму Diamond-Square для обмеження застосовувалися максимальні та мінімальні значення (у контексті карт висот — висоти), що дозволяло задавати область, у межах якої формувалися генеровані дані. Фактично такі обмеження представляють собою дві поверхні виду $f(x, y) = \text{const}$, тому їх можливо замінити на будь-які інші обмежувальні поверхні виду $f(x, y)$, між якими і повинні виконуватися кроки алгоритму процедурної генерації (рис. 3).

Такий підхід дозволяє більш гнучко та, у той же час, легко керувати амплітудою та формою створюваного рельєфу, а також інтегрувати складні контрольні поверхні, що підвищує передбачуваність отриманого результату без втрати стохастичного характеру генерації. Запропонований метод цілком ефективно справляється зі своєю безпосередньою задачею, проте

має певні вади, обумовлені використанням «ідеальних» контрольних поверхонь, наприклад: через жорсткі контрольні поверхні неможливо відтворити, наприклад, руйнування стінки кратера.

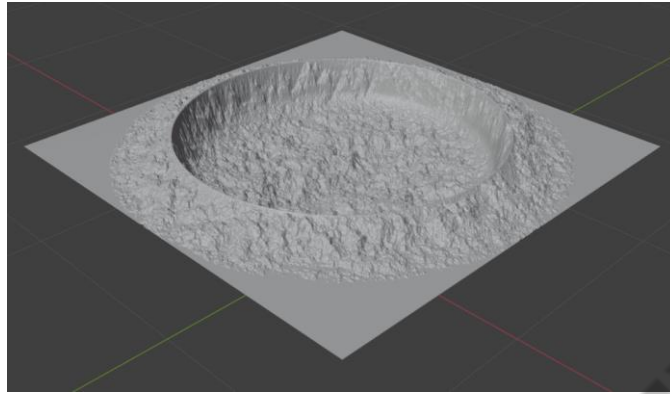


Рисунок 3 – Структура створена методом контрольних поверхонь.

Іншою дієвою ідеєю є наближення згенерованого значення до значень контрольної поверхні, що дозволяє коригувати рельєф у бажаному напрямку, цей метод передбачає використання лише однієї контрольної поверхні. Водночас ключовим моментом є уникнення постійного застосування цього впливу, оскільки за умови безперервної корекції, згенеровані значення рано чи пізно почнуть повністю збігатися зі значеннями контрольної поверхні.

Як приклад, можна частково гібридизувати крок додавання псевдовипадкових значень, встановивши умову, що якщо відстань між опорними точками перевищує відстань до контрольної поверхні, то слід наближаючи результат до контрольного значення (рис. 4). Хоча цей метод, суб'єктивно, дає досить хороші результати, він залишається доволі нестабільним і часто потребує кількох циклів генерації для отримання бажаного результату.

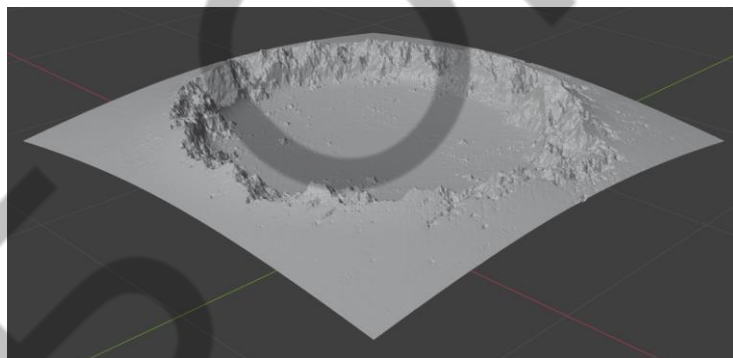


Рисунок 4 – Приклад згенерованої поверхні з частково направленою рандомізацією.

Остання ідея полягає у використанні стохастичної інтерполяції. У строгому розумінні використані алгоритми не є класичною стохастичною інтерполяцією, однак вони все ж демонструють її властивості. Саме цими властивостями і можна ефективно скористатися для контролю генерації.

Метод є досить простим: на початкових ітераціях рекурсії алгоритму замість звичних кроків обчислення значень точок, безпосередньо використовуються значення контрольної поверхні, що дозволяє задати базову форму рельєфу. На пізніших ітераціях рекурсії застосовуються стандартні кроки алгоритму, які заповнюють і обчислюють проміжні значення між фіксованими точками, отриманими з контрольної поверхні на попередніх ітераціях (рис. 5).

Стохастична інтерполяція виступає досить прийнятним варіантом контролю генерації, оскільки дозволяє зберегти базову форму рельєфу, проте кінцевий результат потребує доопрацювання. До основних проблем слід віднести необхідність ручного підбору оптимальної числа ітерацій, після яких розпочнеться фаза стохастичної інтерполяції, оскільки їх кількість прямо залежить від розміру сітки для генерації.

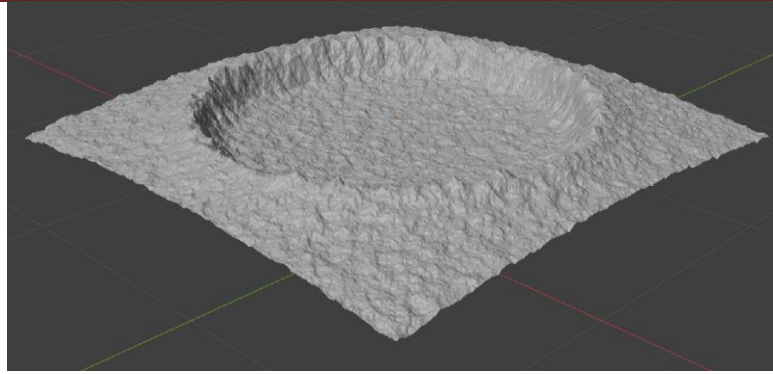


Рисунок 5 – Приклад згенерованої поверхні методом стохастичної інтерполяції.

Дослідження демонструє, що контроль генерації процедурних поверхонь є цілком можливим, і існують різні підходи для реалізації цього. Правильне поєднання контрольних поверхонь і частково направленої рандомізації дозволяє досягти оптимального балансу між керованістю генерації та природною варіативністю фрактального рельєфу. Отримані результати можуть бути застосовані для покращення існуючих генераторів ландшафтів у комп'ютерних іграх, анімаційних фільмах та інших сферах, де важлива як реалістичність, так і контрольована випадковість створюваного рельєфу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] B. B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W. H. Freeman and Company, 1982.
- [2] Fournier, D. Fussell, and L. Carpenter, "Computer rendering of stochastic models," *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 1982.
- [3] J. P. Lewis, "Generalized stochastic subdivision," *ACM Transactions on Graphics*, pp. 167–190, 1987.
- [4] F. K. Musgrave, *Methods for Realistic Landscape Imaging*. Yale University, 1993.
- [5] A. Lagae, S. Lefebvre, G. Drettakis, and P. Dutre, "Procedural noise using sparse Gabor convolution," *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 2009.

УДК 004.9:615.8

КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЛІКУВАННЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ ЗОРУ

КУРІННА Ю.М. (kurinna2006@gmail.com), РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет

Технології все більше інтегруються у сферу медицини. Одним із новітніх напрямів є використання комп'ютерних ігор у лікуванні та реабілітації зору. Традиційні методи терапії часто передбачають нудні вправи, які викликають низьку мотивацію у пацієнтів. Ігрові ж рішення поєднують ефективність тренування зорових функцій із високим рівнем зацікавленості користувача.

Завдання дослідження: проаналізувати потенціал комп'ютерних ігор як засобу терапії порушень зору та їхнього застосування у медичній практиці.

Результати аналізу

Використання комп'ютерних ігор у сфері офтальмології останнім часом набуває все більшої актуальності. Дослідження показують, що гейміфіковані підходи здатні значно підвищувати ефективність традиційних методик лікування зорових розладів [1]. Це пояснюється тим, що ігри поєднують науково обґрунтовані вправи з привабливою для користувачів формою подачі матеріалу, яка стимулює регулярність занять і створює позитивний емоційний фон [2].

Одним із найбільш поширених напрямів використання комп'ютерних ігор у медицині є лікування амбліопії, так званого «синдрому ледачого ока» [3]. Традиційні методики, такі як

оклюзія, часто викликають у пацієнтів дискомфорт і низьку прихильність до лікування. Натомість ігри, спеціально адаптовані для терапії, створюють умови, де слабше око отримує більш складне завдання, тоді як сильніше виконує допоміжну функцію. Завдяки цьому поступово відновлюється баланс у роботі обох очей [4]. Віртуальна та доповнена реальність, VR та AR, дозволяють втілити такий підхід максимально ефективно: пацієнт бачить різні елементи сцени кожним оком окремо, і лише завдяки їхній сумісній роботі може повноцінно взаємодіяти з ігровим середовищем.

Не менш важливим напрямом є використання ігор для тренування акомодативної та конвергенційної функцій [5]. Ці функції відповідають за здатність ока фокусуватися на предметах, розташованих на різних відстанях, і координовано зводити чи розводити погляд. У сучасних ігрових застосунках такі вправи інтегруються у вигляді завдань зі спостереження за рухомими об'єктами, наведення на ціль або швидкої зміни фокусної відстані. Для дітей, схильних до короткозорості, це не лише профілактика подальшого погіршення зору, а й спосіб поєднати лікування з елементом гри, що робить процес менш виснажливим і більш привабливим.

Особливо перспективним напрямом є застосування VR та AR-технологій. У таких середовищах можна створити широкий спектр завдань: від відслідковування об'єктів, які рухаються у просторі, до взаємодії з віртуальними предметами, що потребують точності та концентрації. Подібні вправи довели свою ефективність не лише у корекції дитячих зорових проблем, але й у нейровізуальній реабілітації дорослих пацієнтів після травм, інсультів чи офтальмологічних операцій. У цьому випадку комп'ютерні ігри виступають не лише як засіб тренування органів зору, але й як інструмент стимуляції роботи мозкових структур, відповідальних за зорове сприйняття.

Варто окремо відзначити і мотиваційний аспект. Однією з основних проблем традиційних вправ є їхня одноманітність, що знижує прихильність пацієнтів до лікування. Гейміфікація дозволяє перетворити реабілітаційний процес на захоплюючу діяльність, де пацієнт отримує винагороди, досягає рівнів та виконує цікаві завдання. Це створює стійкий позитивний психологічний ефект, знижує ризик відмови від терапії та сприяє кращим клінічним результатам.

Висновки

Проведений аналіз підтверджує, що комп'ютерні ігри мають значний потенціал як сучасний інструмент лікування та реабілітації зору. Вони дозволяють інтегрувати традиційні терапевтичні методики у формат, який є більш цікавим і зрозумілим для пацієнта. Особливо ефективними показали себе ігрові рішення, спрямовані на корекцію амбліопії, розвиток акомодативних можливостей та покращення конвергенції. Використання VR та AR-технологій створює умови для складніших тренувальних сценаріїв, що дозволяє не лише покращити функціональні показники зору, а й стимулювати роботу мозкових структур, відповідальних за зорове сприйняття.

Водночас важливим чинником ефективності ігрової терапії є мотиваційний компонент. Гейміфікація перетворює лікування зору на захопливий процес, у якому пацієнт отримує відчуття прогресу та задоволення від досягнень. Це суттєво підвищує регулярність виконання вправ і сприяє формуванню позитивного емоційного настрою, що має вирішальне значення для довготривалої терапії. Таким чином, комп'ютерні ігри можна розглядати не лише як допоміжний, а й як самостійний перспективний інструмент у комплексній системі лікування та профілактики порушень зору, що поєднує медичну ефективність із високою прихильністю пацієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fu E., et al. Video Game Treatment of Amblyopia: A Review [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34606819/>
2. Azizalrahman L. Video Games in the Treatment of Amblyopia: A Narrative Review [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://jmlph.net/index.php/jmlph/article/view/49>
3. Rajavi Z., et al. Virtual Reality Game Playing in Amblyopia Therapy [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34039154/>
4. Chen Y., et al. Comparative Effectiveness of Gamified Binocular Treatment for Amblyopia [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2025.1560203/full>

5. Sadeghi-Esfahlani S., et al. Video Game and Fuzzy Logic to Improve Amblyopia and Convergence Insufficiency [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/334479994_Video_Game_and_Fuzzy_Logic_to_Improve_Amblyopia_and_Convergence_Insufficiency

УДК 004.421.2:004.9

ВАЖЛИВІСТЬ СИСТЕМИ ПРОГРЕСИВНОГО УСКЛАДНЕННЯ ГРИ НА ОСНОВІ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

КУЧМЕНКО К.Ю.(tubamfich@gmail.com), ХОХЛОВ В.А. (xvadima@ukr.net)
Херсонський національний технічний університет

У роботі досліджується значення систем прогресивного ускладнення ігрового процесу на основі процедурної генерації. Розглянуто методи динамічного балансування складності, включно з адаптивними алгоритмами, випадковими подіями та використанням шуму Перліна для варіативності рівнів. Показано, що поєднання алгоритмічного контролю та випадковості дозволяє підтримувати інтерес гравців і забезпечувати унікальний ігровий досвід.

У сучасній індустрії відеоігор, де увага гравця є ключовим ресурсом, динамічне та збалансоване ускладнення ігрового процесу набуває вирішального значення. Постійне підвищення виклику дозволяє підтримувати інтерес користувачів, формувати відчуття прогресу та стимулювати повторне проходження. Особливо актуальним стає використання процедурної генерації, яка автоматично формує рівні та сценарії з урахуванням зростаючої складності, зберігаючи при цьому елемент непередбачуваності та унікальності кожної сесії. Невдале налаштування складності може призвести до втрати інтересу гравця: занадто легкі виклики швидко набридають, тоді як надмірна складність відштовхує аудиторію.

Системам прогресивного ускладнення присвячено чимало досліджень у сфері геймдизайну. Наукові та прикладні роботи розглядають різні моделі керування складністю, включно з кривими зростання виклику, адаптивними алгоритмами та змішаними підходами. Серед ефективних методів - поступове збільшення кількості ворогів, застосування модифікаторів поведінки та параметрів персонажів, а також контроль частоти появи рідкісних і особливо сильних супротивників. Особливу увагу приділяють оптимізації складності для різних типів гравців, зокрема шляхом введення випадкових подій і сценаріїв, що ускладнюють передбачення ігрової ситуації.

Викликом залишається створення алгоритмів, які поєднують поступове підвищення складності з достатньою варіативністю, щоб уникнути повторюваності. Зокрема, складною є задача балансування між об'єктивною складністю (кількість ворогів, кількість здоров'я) та суб'єктивним сприйняттям гравця, що залежить від індивідуальних навичок та досвіду. Для цього потрібні системи, що базуються на заздалегідь визначених шаблонах, які формують випадкові, але стабільні у своїй логіці дії, забезпечуючи відчуття живого та непередбачуваного ігрового процесу.

Також перспективним напрямом подальшого розвитку є запровадження методів **адаптивного ускладнення** (Dynamic Difficulty Adjustment, DDA), що персоналізують темп і характер виклику в реальному часі. Зокрема, поєднання телеметрії ігрової поведінки (точність, час реакції, частота помилок, патерни переміщень) із моделями гравця на основі машинного навчання дає змогу прогнозувати стан «потoku» й автоматично коригувати параметри: щільність і типи ворогів, їхню координату, ресурси, ритм подій і навіть топологію рівнів процедурної генерації. Додаткові підходи - багаторуковкові бандити для вибору найдоречніших сценаріїв ускладнення, байєсівські оновлення оцінок навичок, а також навчання з підкріпленням для пошуку політик балансування - дозволяють мінімізувати як нудьгу від надто легкої гри, так і фрустрацію від надмірного тиску. Інтеграція таких адаптивних модулів із наявними механізмами випадковості (випадкові події, шум Перліна) уможливить «керовану непередбачуваність», де варіативність зберігається, а складність залишатиметься узгодженою з поточними можливостями конкретного гравця.

На практиці подібні системи реалізуються через комбінацію фіксованих подій складності (наприклад, збільшення кількості ворогів кожні N рівнів) та адаптивних модифікаторів, що застосовуються залежно від поточного рівня виклику. Так, у рамках процедурної генерації можуть вводитися випадкові події, які або збільшують кількість супротивників, або змінюють їх розташування та поведінку, що створює нові тактичні ситуації для гравця. Також для формування природних і водночас контрольованих випадкових змін у рівнях часто застосовується шум Перліна[4], який дозволяє генерувати варіативні карти, розподіл ворогів і розташування об'єктів без відчуття штучної випадковості. При цьому алгоритми можуть передбачати рідкісні "апгрейди" ворогів - підвищення їхніх характеристик на певний відсоток, якщо виконуються задані умови, зокрема досягнення конкретного рівня складності.

Таким чином, система прогресивного ускладнення на основі процедурної генерації є ключовим елементом сучасного дизайну ігор, який забезпечує баланс між викликом та інтересом гравця. Її правильна реалізація дозволяє створити унікальний ігровий досвід для кожної сесії, збільшити тривалість утримання аудиторії та стимулювати повторні проходження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. R. Hunicke, "The case for dynamic difficulty adjustment in games," in Proc. 2005 ACM SIGCHI Int. Conf. Advances in Computer Entertainment Technology, Valencia, Spain, 2005, pp. 429–433. <https://doi.org/10.1145/1178477.1178573>
2. Togelius J., Yannakakis G. N., Stanley K. O., Browne C. Search-Based Procedural Content Generation: A Taxonomy and Survey // IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, 2011. v. 3, № 3, p. 172–186. <https://doi.org/10.1109/TCIAIG.2011.2148116>
3. N. Shaker, J. Togelius, and M. J. Nelson, Procedural Content Generation in Games: A Textbook and an Overview of Current Research. Cham, Switzerland: Springer, 2016. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42716-4>
4. Perlin noise. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Perlin_noise
УДК 004.8:794

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІГРОВИЙ НАРАТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ

ЛЕВКОВИЧ А.В. (artem.levkovich0011@hmail.com)
Київський інститут Національної гвардії України

У цій роботі проаналізовано потенціал *штучного інтелекту (ШІ)* як інструменту для створення ігрових наративів. Автор розглядає застосування генеративних мовних моделей для розробки динамічних сюжетів та ігрових світів. На прикладі проєктів *AI Dungeon*, *Hidden Door* та *Generative Agents* демонструються ключові переваги технології, зокрема адаптивність та персоналізація ігрового досвіду, водночас аналізуються виклики, пов'язані з її впровадженням.

Наратив у відеоіграх відіграє центральну роль у формуванні атмосфери та емоційного зв'язку з гравцем. Саме історія та її персонажі наповнюють гру сенсом, забезпечуючи глибокий ігровий досвід. За розробку сюжету відповідає наративний дизайн [1]. З розвитком технологій зросли і вимоги до якості історій — сучасні гравці очікують інтерактивності та сюжетів, що реагують на їхні дії. Саме в цьому контексті штучний інтелект пропонує себе як потужний інструмент, здатний трансформувати статичні сценарії в динамічні, адаптивні історії.

Інтеграція ШІ в наративні системи докорінно змінює сам підхід до створення історій в іграх. Використання великих мовних моделей (LLM), таких як GPT, дозволяє автоматично генерувати сюжетні лінії та діалоги у відповідь на дії гравця. Дослідження підтверджують, що такі AI-двигуни здатні створювати динамічні сюжети в реальному часі [2]. Наприклад, інструмент GENEVA від Microsoft Research може будувати розгалужені сюжетні граfi на основі лише короткого опису світу [6]. Окрім того, ШІ ефективно застосовується для «ворлдбілдингу» — створення цілих ігрових світів. У сфері діалогів вже існують спеціалізовані рішення, як-от система Ghostwriter від

Ubisoft, що генерує чорнові репліки для NPC. Це значно прискорює роботу сценаристів і дозволяє створювати більш реактивні та розгалужені розмови.

На практиці вже з'явилося декілька знакових проєктів, що ілюструють потенціал технології. Текстова RPG AI Dungeon (2019) стала піонером у цій галузі, запропонувавши ігровий досвід, де сюжет повністю генерується нейромережею, що робить кожну ігрову сесію непередбачуваною [5]. Інший підхід реалізовано на платформі Hidden Door, де ШІ виступає в ролі гнучкого оповідача в межах відомих літературних всесвітів. На відміну від абсолютної свободи в AI Dungeon, тут на генерацію накладаються логічні обмеження, що відповідають канону світу, забезпечуючи наративну цілісність [3]. Особливої уваги заслуговує науковий проєкт Generative Agents, у рамках якого була створена симуляція життя 25 автономних агентів. Ці агенти, керовані LLM, демонстрували правдоподібну соціальну поведінку, самостійно формуючи стосунки та спільні спогади, що є прообразом по-справжньому «живих» та незалежних NPC [4].

Застосування штучного інтелекту в сторітелінгу відкриває низку суттєвих переваг. Насамперед, це адаптивність, яка дозволяє історії підлаштовуватися під дії гравця в реальному часі, посилюючи ефект присутності. Не менш важливою є варіативність: генеративний підхід забезпечує практично невичерпну різноманітність контенту, що підвищує реіграбельність. Нарешті, персоналізація дає змогу враховувати індивідуальні вподобання гравця, створюючи унікальний ігровий досвід [7].

Попри значний потенціал, імплементація ШІ пов'язана з низкою серйозних викликів. Гостро постають етичні питання, зокрема ризики генерації небажаного або токсичного контенту та необхідність розробки складних систем модерації. Не менш важливою проблемою залишається забезпечення наративної когерентності: згенеровані історії, попри локальну логічність, можуть втрачати глобальну цілісність та емоційну глибину, притаманну авторським творам. Зрештою, не варто ігнорувати й технічний аспект - генерація складних наративів у реальному часі вимагає значних обчислювальних ресурсів, що ускладнює масштабування таких рішень.

Проведений аналіз свідчить, що генеративний штучний інтелект є трансформаційним інструментом для інтерактивного сторітелінгу, який здатен змінити роль гравця з пасивного спостерігача на активного співавтора. Перспективи його застосування є надзвичайно широкими - від персоналізованих RPG до освітніх симуляцій. Однак ключову роль у цьому процесі продовжує відігравати людина. Роль наративного дизайнера трансформується від автора конкретного сценарію до архітектора наративних систем, який визначає правила, стилістичні рамки та ціннісні орієнтири для ШІ. Майбутнє інтерактивного наративу залежить від синергії технологічних можливостей та людського авторського бачення. Успішне вирішення наявних етичних та технічних проблем може започаткувати нову еру історій - гнучких, персоналізованих та безмежних у своєму потенціалі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хто такий наративний дизайнер у геймдеві? GameDev DOU, 3 жовтня 2022. <https://gamedev.dou.ua/articles/narrative-designer-in-gamedev/>.
2. Alharthi S. A. Generative AI in Game Design: Enhancing Creativity or Constraining Innovation? // Journal of Intelligence. – 2025. – Vol. 13, no. 6, article 60. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13060060>.
3. Peters J. Hidden Door is an AI storytelling game that actually makes sense // The Verge. – 13 серпня 2025. <https://www.theverge.com/games/757816/hidden-door-early-access-ai-story>.
4. Park J. S., et al. Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior // arXiv preprint arXiv:2304.03442. – 2023. <https://arxiv.org/abs/2304.03442>.
5. AI Dungeon (Official website). <https://aidungeon.cc>.
6. Rao S., Brockett C., Dolan B. GENEVA uses large language models for interactive game narrative design // Microsoft Research Blog. – 5 серпня 2024. <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/geneva-uses-large-language-models-for-interactive-game-narrative-design/>.
7. How AI is Redefining Interactive Storytelling // Voices.com Blog. <https://www.voices.com/blog/ai-interactive-storytelling/>.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ КОДУВАННЯ ІГРОВОГО ТРАФІКУ У СИСТЕМАХ CLOUD GAMING

ЛЕВЧУК К. В. (levchyk.kateruna@gmail.com),

НІСНОВ О. Л. (anotnew@gmail.com)

Одеський національний технологічний університет

Трафік продуктів Cloud Gaming пред'являє жорсткі вимоги до затримки, якості та стійкості до втрат даних, які мають забезпечувати відповідні системи кодування. Традиційні відеокодеки не повністю задовольняють цим вимогам. У тезах аналізуються проблеми кодування ігрового трафіку, підходи до їх вирішення та перспективні напрями створення спеціалізованих «ігрових» кодеків.

Постановка проблеми

Cloud Gaming є однією з перспективних технологій сучасної індустрії мультимедійних ігрових систем. Його сутність полягає у віддаленому виконанні відеоігор на сервері з трансляцією зображення на клієнтський пристрій у режимі реального часу. При цьому користувацький пристрій виконує роль тонкого клієнта, отримуючи лише потік стисненого відео та надсилаючи команди управління.

На відміну від потокових мультимедійних сервісів (YouTube, Netflix), ігровий трафік має специфічні вимоги [1]:

- низька затримка (latency): прийнятний ігровий досвід можливий лише при загальній затримці < 50 мс;
- висока чутливість до втрат пакетів і джитеру: навіть незначні мережеві збої призводять до так званих фризів та розривів;
- врахування особливостей ігрової графіки: різких змін сцени, високої динаміки руху, потреби у чіткому відображенні HUD-елементів, таких як шрифти, карти, індикатори тощо.

Традиційні кодеки H.264/AVC, H.265/HEVC та AV1 розроблялися для офлайнного відео та потокового контенту, де головним завданням було досягнення максимальної компресії при збереженні прийнятної якості «картинки». В умовах Cloud Gaming така оптимізація виявляється недостатньою, оскільки ключовими критеріями є оперативність, адаптивність та стійкість до мережевих збоїв.

Вирішені завдання та стан досліджень

На сучасному етапі розвитку систем Cloud Gaming застосовується низка методів і технологій кодування, які дозволяють забезпечити базовий рівень якості їх функціонування. Серед них:

- апаратне прискорення кодування: рішення Nvidia NVENC, AMD AMF (Advanced Media Framework), Intel QuickSync дають можливість кодувати відеопотоки з затримкою лише 5–10 мс на кадр;
- Low-latency режими у стандартних кодеках [2]: скорочення послідовностей кадрів GOP (Group of Pictures), використання технології intra-refresh, відмова від складних предиктивних структур;
- адаптивна зміна бітрейту: динамічне підлаштування якості під поточні мережеві умови (аналогія з DASH/HLS для відео, але в реальному часі).

Проте багато наукових питань у цій сфері залишаються відкритими, що дає простір для подальших досліджень.

Суть дослідження: проблеми та перспективи

Одна з важливих проблем у напрямку кодування ігрового трафіку пов'язана із затримками та продуктивністю сучасних кодеків: навіть апаратні реалізації H.265 та AV1 іноді не встигають кодувати кадри на високих роздільностях (1080p, 4K) з частотами 60–120 fps, які стали стандартами у сучасному геймінгу. З іншого боку, традиційні кодеки не встигають за зростаючими вимогами до роздільності й FPS. Актуальним в цьому сенсі є розробка і використання спрощених версій нових кодеків з меншими алгоритмічними витратами. Прикладом є Google Stadia, яка використовувала кодек AV1 у «прискореному» варіанті з оптимізаціями під низьку затримку. Більш перспективний підхід — використання нейромережевих енкодерів для прискорення

компресії, зокрема, гібридних ML-кодеків з використанням машинного навчання. Такі кодеки поєднують класичне кодування з нейромережевими методами реконструкції, а також попереднє прогнозування кадрів з використанням даних геймплею.

Інша проблема пов'язана із стійкістю відеопотоку до втрат пакетів: довгі GOP-структури кадрів призводять до каскадного руйнування зображення при втраті одного кадру. Основні напрямки роз'язання даної проблеми — це відмова від залежних кадрів (intra-only кодування) і розробка кодеків з відновленням кадрів на основі семантичної інформації або предиктивних моделей.

Дуже суттєво, що класичні кодеки здебільшого не враховують важливість окремих елементів ігрової сцени. Перспективним напрямком у цьому контексті є семантично-орієнтоване кодування з пріоритетом на персонажів та ключові елементи інтерфейсу, яке дозволяє зберегти якість у критичних зонах без збільшення бітрейту. В рамках цього підходу використовується кодування з пріоритетом центру екрана або іншої важливої області (region-of-interest encoding). При цьому може застосовуватися технологія foveated rendering — кодування з використанням пристроїв стеження за рухом очей гравця (eye-tracking) і його прогнозуванням. Ще одним способом отримання необхідної інформації є використання API, здатних передавати у кодек метадані безпосередньо від ігрового рушія, зокрема: позицію гравця, положення персонажів, об'єкти HUD тощо.

Важливу роль у розробці нових кодеків грають QoE-моделі, які спрямовані на оцінку якості продукту, який вони генерують, і рівня задоволеності користувачів [3]. Слід зазначити, що нинішні метрики якості (такі як PSNR, SSIM) не відображають ігрового досвіду в достатній мірі. Перспективним є формування і використання нових метрик на основі реакції гравців, наприклад, плавність рухів при втраті кадрів (FPS-drops tolerance), чіткість інформативних елементів інтерфейсу (наприклад, HUD readability index для текстових написів) та інших.

Висновки

Загальна проблема кодування ігрового трафіку в системах Cloud Gaming залишається відкритою та багатопланою. Традиційні відеокодеки забезпечують базову функціональність, але не оптимізовані під специфіку ігрового процесу. Перспективними напрямками є:

- створення low-latency кодеків з мінімальною затримкою;
- використання ML для прискорення та підвищення якості реконструкції кадрів;
- розробка методів семантичного та регіонального кодування;
- інтеграція з ігровими рушіями для пріоритетної компресії ключових об'єктів;
- розробка нових QoE-моделей, орієнтованих саме на ігровий досвід.

Таким чином, дослідження ігрового трафіку відкриває шлях до створення нових стандартів кодеків, здатних забезпечити умови для масового поширення Cloud Gaming у найближчі роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Q. Zhang, L. Cheng та R. Boutaba, "Cloud computing: state-of-the-art and research challenges", J. Internet Services Appl., т. 1, № 1, с. 7–18, квіт. 2010. Дата звернення: 10 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>.
- [2] J. Žádník, M. Mäkitalo, J. Vanne та P. Jämskeläinen, "Image and Video Coding Techniques for Ultra-Low Latency", ACM Comput. Surv., лют. 2022. Дата звернення: 11 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1145/3512342>.
- [3] A. A. Laghari, H. He, K. A. Memon, R. A. Laghari, I. A. Halepoto та A. Khan, "Quality of experience (QoE) in cloud gaming models: A review", Multiagent Grid Syst., т. 15, № 3, с. 289–304, жовт. 2019. Дата звернення: 13 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.3233/mgs-190313>.
- [4] G. K. Illahi, T. V. Gemert, M. Siekkinen, E. Masala, A. Oulasvirta та A. Ylä-Jääski, "Cloud gaming with foveated video encoding", ACM Trans. Multimedia Comput., Commun., Appl., т. 16, № 1, с. 1–24, квіт. 2020. Дата звернення: 14 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.1145/3369110>.
- [5] NVIDIA, "NVIDIA Video Codec SDK" 2024. [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/nvidia-video-codec-sdk>
- [6] H. Kim та K. Chung, "A seamless adaptive streaming scheme for interactive multimedia service in HTTP adaptive streaming", J. KIISE, т. 44, № 5, с. 545–552, трав. 2017. Дата звернення: 12 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://doi.org/10.5626/jok.2017.44.5.545>.

ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ANDROID-ДОДАТКУ ДЛЯ ТРИВИМІРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ VULKAN SDK

ЛОПУХ В.В. (lopukhvlad@gmail.com)

Луцький Національний технічний університет

У роботі розглянуто проблему відсутності універсальної архітектури для Android-додатків, що використовують Vulkan SDK для тривимірної візуалізації. Запропоновано проект нової архітектури, що базується на принципах масштабованості, гнучкості та тестованості. Розглянуто ключові компоненти запропонованого рішення та визначено критерії для його оцінки. Метою дослідження є спрощення процесу розробки та зниження порогу входу для програмістів, що працюють з мобільною 3D-графікою.

Постановка проблеми. Широке використання мобільних пристроїв породжує широкий попит на програмний ринок графічних застосунків, серед таких програм можна виділити: додатки доповненої та віртуальної реальності, застосунки для роботи з камерою та обробок фотографій, ігри [1]. Vulkan SDK наразі є єдиним, сучасним інструментом для ефективної роботи з додатками, які працюють з графікою. Оскільки ефективність додатків значною мірою залежить від обраної архітектури, більшість комерційних, мобільних програм мають програмну архітектуру, на якій побудована та чи інша програма. Існує декілька загальних архітектур для розробки android-додатків [2]. Проте, в залежності від проекту, базові архітектури можуть видозмінюватись та навіть створюватись індивідуальні. Окремі архітектури для роботи з тривимірними даними у мобільних додатках, являють собою унікальні форми організації файлів, які, зазвичай, підходять для того проекту, де вона розроблялась. Створення універсальної архітектури для такого типу додатків спростить створення проектів для невеликих організацій та індивідуальних розробників, а також зменшить поріг входу до графічної розробки мобільних програм. Готовий результат може слугувати початком для інших розробок в цьому напрямку або стати донором для покращення.

Мета. Спроекувати універсальну архітектуру для android-додатків, які працюють з тривимірною графікою.

Основні положення. Дослідження спрямоване на пошук програмної архітектури, яке можна буде використовувати у різних проектах, які працюють з графікою. В рамках дослідження необхідно створити програмне забезпечення, яке використовує Vulkan SDK для роботи з тривимірною графікою. Вибір Vulkan SDK обумовлений його високою продуктивністю та низькорівневим доступом до графічного ядра пристрою, що дозволяє ефективно використовувати обмежені ресурси телефона. Низькорівневість та складність програмування графіки зумовлює створення власної архітектури. Для створення доцільної, для багатьох додатків архітектури, необхідно, щоб новостворена архітектура базувалась на таких параметрах як: масштабованість, гнучкість, тестованість та підтримку супроводу. Для оцінки результату дослідження слід організувати опитування серед Android розробників, а також провести порівняльний аналіз серед базових, існуючих архітектурних шаблонів та виявити головні переваги та недоліки новоствореної архітектури, та можливі шляхи покращення.

Висновки. Створення універсальної архітектури для android-додатків, які працюють з тривимірною графікою може слугувати початком для нових досліджень в цьому напрямку. Також, наявність універсального рішення дозволить зменшити поріг входу для розробників, які почали вивчати графічне програмування для мобільних пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. L. Ceci, "Annual number of app downloads from the Google Play Store worldwide from 2016 to 2022". Available: <https://www.statista.com/statistics/734332/google-play-app-installs-per-year/> [Accessed: 14-Feb-2025].
2. М. Аль-Савах, "ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОПУЛЯРНИХ АРХІТЕКТУРНИХ ШАБЛОНІВ ПРИ РОЗРОБЦІ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID." SCIENCE, INNOVATIONS AND EDUCATION: PROBLEMS AND PROSPECTS, Proceedings of V International Scientific and Practical Conference, 8-10 December 2021, Tokyo, Japan.

Available: https://www.researchgate.net/profile/Irina-Nagorna-2/publication/370073200_Slahi_udoskonallenna_form_stimuluvanna_personalu_na_pidpriemstvi/links/643e4706e881690c4be075dc/Slahi-udoskonallenna-form-stimuluvanna-personalu-na-pidpriemstvi.pdf#page=331 [Accessed: 16-Feb-2025].

УДК 004.58

ІНСТРУМЕНТИ ЗБОРУ ТЕЛЕМЕТРІЇ У СЕРЕДОВИЩІ UNREAL ENGINE

МАЛІНІЧ П. П. (pavlo.malinich@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

У середовищі Unreal Engine 5 наявна потужна екосистема для формування даних телеметрії. Збір телеметрії є необхідним, починаючи з тестування гри та завершуючи виходом в продажин, щоб вчасно виявити всі проблемні компоненти гри та усунути ідентифіковані проблеми. Іншим застосуванням телеметрії є формування аналітичної бази для процедурної генерації рівнів. Можливості движуна Unreal Engine 5 дозволяють інтегрувати збір та обробку телеметрії з такими хмарними системами як GameAnalytics, Firebase, PlayFab, AWS GameKit та інші.

Вступ

Дані телеметрії є важливим матеріалом для ведення аналізу і статистики поведінки об'єктів екосистеми ігрових програм. Тому важливою задачею постає необхідність збору телеметрії на різних етапах створення і тестування сучасних програм реалізації ігрового контенту.

Інструменти збору телеметрії

Часто, коли гравець встановлює онлайн-гру чи гру у фазі бета-версії, він бачить повідомлення про угоду конфіденційності та сповіщення про те, що статистичні дані, дані продуктивності, а також дані пам'яті при критичних збоях будуть надіслані на сервер/хмару видавця гри. З точки зору захисту прав конфіденційності споживачів існує багато спірних етичних моментів, коли прогрес і дії гравця в грі можуть бути відслідковані, збережені і передані видавцеві. В онлайн-іграх ці дані за замовчуванням знаходяться у повному розпорядженні видавця гри, оскільки безпосередньо знаходяться на сервері чи/та хмарі розробника. В офлайн-іграх це виражено меншою мірою, проте у розробника також можуть бути дані, які можна використати, наприклад, у процедурній генерації рівнів [1]. Двигун Unreal Engine 5 має значні можливості для збору телеметрії. Найбільш потужним інструментом, який для цього призначений, є Unreal Insights, який є базовим вбудованим інструментом для збору телеметрії в UE5. Він призначений для детального профайлінгу продуктивності гри, включно з CPU/GPU навантаженням, потоковими подіями, використанням пам'яті та ресурсів й обробкою завантаження активів. Telemetry, зібрана через Unreal Insights, включає час виконання кожної події, тривалість обробки окремих функцій, частоту викликів і залежності між процесами. Ці дані дозволяють розробникам аналізувати ефективність коду, оптимізувати ресурси та визначати "вузькі місця" у продуктивності. Unreal Insights підтримує експорт даних у форматах, придатних для подальшого статистичного або візуального аналізу, що робить його критично важливим для комплексного збору телеметрії в реальному часі [2]. UE5 підтримує інтеграцію з Gameplay Analytics Framework, що дозволяє збирати телеметричні дані про дії гравців, використання об'єктів, прогрес у грі, результати ігрових сесій тощо. Через цей фреймворк можна реєструвати кастомні події, які надсилаються на сервер або зберігаються локально для подальшого аналізу. Для реалізації такої телеметрії використовуються Blueprint або C++ API, які дозволяють додавати логіку збору даних без значного втручання у базовий код гри [3]. Ця система особливо важлива для ігор із соціальними та мультиплеєрними елементами, оскільки дозволяє отримувати аналітичні дані про поведінку користувачів і на основі них ухвалювати дизайн-рішення.

Для збору телеметрії про стан гри під час виконання можна використовувати набір команд консолі Stat, таких як stat memory, stat fps, stat assets та stat streaming. Ці команди дозволяють у реальному часі отримувати інформацію про використання пам'яті, завантаження активів, продуктивність CPU/GPU і кадрову частоту. Дані, зібрані через Stat Commands, можуть бути автоматично логовані для подальшого аналізу або інтегровані у внутрішню систему телеметрії гри. Вони є важливим джерелом метрик для оптимізації гри та тестування на різних апаратних конфігураціях. UE5 дозволяє створювати власні телеметричні події через Event Tracing або стандартне логування (UE_LOG у C++ або Print String у Blueprint) [4]. Це забезпечує високий рівень кастомізації збору даних: розробник може фіксувати конкретні дії гравця, стани об'єктів або внутрішні події гри. Такі дані можна відправляти на сервер, записувати локально або обробляти в реальному часі для формування аналітики. Використання Event Tracing особливо ефективно для дослідження поведінки користувачів та налагодження складних ігрових систем, де стандартні інструменти профайлінгу можуть бути недостатньо точними. Крім вбудованих засобів, UE5 підтримує інтеграцію зі сторонніми сервісами для збору телеметрії, такими як GameAnalytics, Firebase, PlayFab, AWS GameKit та інші. Вони дозволяють зберігати події гравців у хмарі, аналізувати ігрову поведінку, відстежувати метрики продуктивності та створювати аналітичні дашборди [5]. Ці інструменти доповнюють вбудовані можливості UE5, забезпечуючи масштабоване та централізоване управління телеметриєю для багатокористувацьких або комерційних проєктів.

При створенні зв'язку між телеметриєю і генерацією контенту необхідно починати з аналізу поведінки гравців. Це дозволяє виявити закономірності, які впливають на мотивацію. Після цього система може пропонувати відповідний контент для кожного типу гравця. Така послідовність забезпечує ефективну адаптацію до ігрового процесу. В середовищі Unreal Engine 5 можна реалізувати циклічний конвеєр збору та обробки даних телеметрії (рис. 1), який дозволить поєднати дані зі всіх наявних інструментів і потім структурувати та передати дані на сервер для ведення аналітики та пошуку подальших рішень.

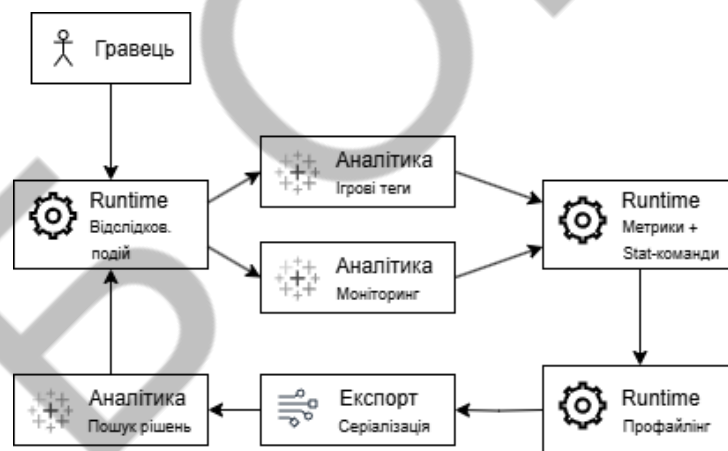


Рисунок 1 – Конвеєр збору та обробки даних телеметрії у середовищі UE5

У процедурній генерації ігрового контенту аналітичні дані залученості гравців, зібрані за допомогою телеметрії, розглядаються як ключовий показник ефективності повторного проходження. До них належать кількість повторних сесій, їхня середня тривалість, інтервали між сесіями, відсоток завершених проходжень, а також поширені шаблони взаємодії з ігровим контентом. Кількість і тривалість повторних сесій дають загальну оцінку рівня реіграбельності. Інтервали між ними свідчать про глибину зацікавленості та схильність до повернення в гру. Частка завершених сесій демонструє потенціал гри до повторного залучення гравця, а аналіз найчастіших шляхів проходження допомагає визначити елементи, що стимулюють повернення до гри [1].

Висновок

Сучасне середовище Unreal Engine 5 забезпечує комплексну екосистему для збору, обробки та аналізу телеметричних даних, що охоплюють як продуктивність гри, так і поведінку гравців.

Використання аналітичних інструментів для збору телеметрії дозволяє розробникам отримувати детальні метрики CPU/GPU навантаження, використання пам'яті, завантаження ресурсів та частоти викликів функцій, а також збирати кастомні події, пов'язані з діями користувачів. Інтеграція зі сторонніми хмарними сервісами забезпечує масштабоване централізоване зберігання та аналітичну обробку даних, що особливо важливо для багатокористувацьких або комерційних проєктів. Зібрана телеметрія є ключовим інструментом для оптимізації продуктивності гри, налагодження складних систем та оцінки поведінки користувачів у реальному часі. Телеметрія також виступає основою для процедурної генерації контенту та адаптивного підходу до створення рівнів, що дозволяє підвищувати реіграбельність та мотивацію гравців. Аналіз таких показників, як кількість та тривалість повторних сесій, інтервали між ними, відсоток завершених проходжень та найпоширеніші шляхи взаємодії з контентом, дозволяє розробникам приймати обґрунтовані рішення щодо дизайну та балансування гри. Таким чином, телеметрія в UE5 є не лише інструментом контролю продуктивності та виявлення помилок, але й потужним засобом для формування аналітичної бази, яка забезпечує адаптивний ігровий досвід та підвищує ефективність процедурної генерації контенту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. П. П. Малініч, В. В. Войтко, "Програмна архітектура взаємозв'язку аналітики телеметрії відеоігор та динамічної генерації ігрового контенту", Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. том. 355, н. 4, с. 365–372, 2025, doi: 10.31891/2307-5732-2025-355-52.
2. M. P. Spencer and J. P. Bos, "Off road autonomous vehicle modeling and repeatability using real world telemetry via simulation," in Autonomous Systems: Sensors, Processing and Security for Ground, Air, Sea and Space Vehicles and Infrastructure 2022, vol. 12115, SPIE, Jun. 2022, pp. 153–166.
3. В. В. Войтко, П. П. Малініч, "Особливості створення ландшафтів у середовищі Unreal Engine," Матеріали LIV Всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 24–27 березня 2025 р.
4. В. В. Войтко, П. П. Малініч, "Використання карти висот у сфері комерційної доставки в межах міста," Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ та управління: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції (Суми/Вінниця, 20–21 листопада 2024 р.), Суми/Вінниця: НІКО / КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2024, с. 28.
5. П. П. Малініч, "Важливість навчальних дисциплін з програмування для кар'єрного успіху GameDev-розробників та ігрових дизайнерів," Proceedings of the scientific and pedagogical internship, Riga, Latvia: Baltija Publishing, Mar. 31–May 11, 2025, pp. 25–28.

МЕТОДИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ ДАНИХ В ІГРОВИХ ДОДАТКАХ

МАРЧЕНКО М.О. (marchenko-m@donnu.edu.ua)

БАБАКОВ Р.М. (r.babakov@donnu.edu.ua)

Донецький національний університет імені Василя Стуса

Досліджено застосування нечіткої логіки в ігрових додатках, зокрема для моделювання поведінки персонажів і розвитку сценаріїв у настільних рольових іграх. Показано, що використання нечітких даних дозволяє враховувати непевність і багатозначність інформації, створювати гнучкі правила прийняття рішень та підвищувати адаптивність ігрового процесу. Розглянутий підхід забезпечує природну взаємодію гравців із системою та спрощує реалізацію складних сценаріїв без громіздких умовних конструкцій або ресурсомістких моделей машинного навчання. Результати аналізу підкреслюють наукову значущість нечіткої логіки для створення інтерактивних та адаптивних ігрових систем.

На сучасному етапі розвитку ігрових систем користувачі очікують не лише високої якості графіки, а й адаптивності, інтерактивності та природної поведінки ігрових персонажів. Зокрема, це стосується настільних рольових ігор, таких як *Dungeons & Dragons*, де ефективність ігрового процесу залежить від здатності майстра гри та гравців управляти сценаріями, оцінювати стан персонажів і контролювати динаміку подій. Тому важливо створювати системи, здатні реагувати на непевні або частково відомі дані, а також моделювати поведінку персонажів у різних ситуаціях, що виникають під час гри.

Традиційні методи програмної реалізації ігрової логіки, такі як численні умовні конструкції «if/else» або класичні моделі штучного інтелекту, часто виявляються недостатньо ефективними для розв'язання цих завдань. Використання умовних операторів дозволяє обробляти лише чітко визначені сценарії, що ускладнює реалізацію адаптивної поведінки персонажів у заплутаних або непередбачуваних ситуаціях. Класичні моделі ШІ, наприклад алгоритми пошуку, дерева розв'язків або системи експертних правил, забезпечують певний рівень автоматизації, але зазвичай потребують значних обчислювальних ресурсів і є складними у підтримці, особливо за великої кількості взаємодій і варіативних сценаріїв. Як наслідок, такі підходи часто обмежують масштабність і гнучкість ігрової системи, а також знижують природність взаємодії гравців із грою.

Альтернативою розглянутим підходам може бути застосування нечіткої логіки (fuzzy logic). Нечітка логіка дозволяє працювати з непевними або багатозначними даними, оцінювати ступінь істинності певних подій або станів і створювати гнучкі правила прийняття рішень. Нечітка логіка відрізняється від класичної бінарної логіки тим, що замість булевих значень типу «істина/хибність» використовуються числові величини від 0 до 1, які відображають ступінь істинності або ймовірності події. Це дозволяє моделювати більш природну поведінку персонажів, враховувати часткові або непевні дані та створювати адаптивні алгоритми, здатні реагувати на різноманітні варіанти розвитку подій.

Практичне застосування нечіткої логіки в іграх включає, зокрема: адаптивну поведінку ворогів, які оцінюють стан гравця і власні ресурси перед вибором дії; варіативність сюжетних подій, що залежить від стану світу, взаємодій гравців і внутрішніх параметрів NPC; оцінку фізичного та морального стану персонажів, що впливає на їхні рішення та реакції, тощо. Наприклад, ворог може частково атакувати, частково захищатися або змінювати тактику в залежності від ступеня виснаження чи страху, який оцінюється нечіткими функціями. Сценарії ігрових подій також можуть формуватися на основі нечітких правил, що забезпечує більш органічну і непередбачувану поведінку світу гри.

Таким чином, нечітка логіка є ефективним інструментом для моделювання поведінки персонажів і розвитку сценаріїв в умовах невизначеності та багатозначності даних, забезпечуючи природну взаємодію гравців із системою і спрощуючи реалізацію складних алгоритмів ігрової логіки. Впровадження таких методів у ігрові додатки дозволяє створювати більш гнучкі, адаптивні та інтерактивні системи, що відповідають сучасним вимогам користувачів і науковим тенденціям у розвитку ігрових технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965. [2] T. J. Ross, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 3rd ed. Wiley, 2010. [3] I. Millington and J. Funge, *Artificial Intelligence for Games*, 2nd ed. CRC Press, 2009. [4] М. В. Шкурпат, Ю. В. Коваль, "Нечітка логіка та її застосування в інтелектуальних системах," *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Інженерні науки*, №3, с. 112–118, 2019.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БАЗАМИ ДАНИХ У ЗАСТОСУНКАХ РОЗШИРЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

МИРГОРОДСЬКИЙ А.В. (mirgorodskijav@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Проаналізовано особливості застосування розподілених систем керування базами даних у багатокористувацьких застосунках віртуальної, доповненої та змішаної реальності. Досліджено переваги NoSQL систем для забезпечення низьких затримок та високої доступності даних. Розглянуто можливості використання гібридних режимів узгодженості з явним контролем моделей залежно від класу даних. Проаналізовано сценарії комбінування розподілених СКБД з технологіями кордонних та хмарних обчислень для додаткового зниження мережевих затримок.

Поступове поширення та популяризація технологій розширеної реальності в останні 10-15 років створили нові технологічні виклики. З'явилась потреба в розробці нового класу портативних високопродуктивних обчислювальних пристроїв, а їх програмне забезпечення має підвищені вимоги до збору та обробки даних, адже підвищення швидкодії та зменшення затримок покращують досвід використання користувача [1]. Подібні вимоги ставляться і до розробки багатокористувацьких онлайн-застосунків та ігор – окрім обробки бізнес-даних необхідно реалізувати синхронізацію даних сенсорів та інших систем користувацьких пристроїв для коректної побудови більш реалістичного середовища розширеної реальності [2]. Розподілені бази даних потенційно можуть задовільнити вимоги до швидкості обміну великих об'ємів даних та низьких затримок. Метою дослідження є аналіз та систематизація підходів до застосування розподілених СКБД у застосунках розширеної реальності.

Застосунки розширеної реальності (англ. XR – Extended Reality) можуть включати в себе програмне забезпечення для віртуальної реальності (англ. VR – Virtual Reality), доповненої реальності (англ. AR – Augmented Reality) та змішаної реальності (англ. MR – Mixed Reality). Не дивлячись на широку класифікацію, загальний алгоритм роботи таких застосунків залишається подібним і може включати в себе відслідковування переміщень кінцівок користувача, потокове транслявання відео з камер (наприклад, для застосування AI-моделей в хмарних середовищах), передачу рухів голови та даних з інших сенсорів. Затримки в обробці та синхронізації цих даних між користувачами можуть викликати як порушення відчуття присутності, що є важливою складовою XR, так і викликати дезорієнтацію та інші негативні симптоми в більш чутливих користувачів [3].

Багатокористувацькі XR застосунки за мережевою архітектурою подібні до класичного клієнт-серверного ПЗ, але монолітні СКБД або ж системи з підтримкою лише строгої узгодженості даних можуть мати недостатні показники швидкодії [4]. В такому випадку, основна перевага розподілених СКБД для XR полягає не в підвищеній відмовостійкості, а в локалізації даних для користувачів та зменшенні затримок через це. Відповідно, подібні БД повинні пріоритизувати швидкодію, що робить актуальним застосування різноманітних NoSQL рішень, як-от документо-орієнтованих або Key-Value СКБД. Згідно теореми PACELC, максимальну швидкодію та доступність для багатокористувацьких даних можна отримати за допомогою застосування RA/EL систем [5], як-от Amazon DynamoDB, Apache Cassandra тощо.

Перспективним може бути застосування СКБД з підтримкою гібридних режимів узгодженості. Зазвичай у класичних системах діє принцип прозорості: модель узгодженості для набору даних прихована від кінцевого клієнта й база даних самостійно виконує певний алгоритм розпізнавання патернів доступу і визначає необхідну модель [6]. Проте, в високонавантажених XR застосунках кращу швидкодію може надати статична класифікація даних з явним контролем зі сторони клієнта або ж певним визначеним клієнт-серверним протоколом. Наприклад, колаборативні застосунки для редагування документів можуть явно використовувати причинну узгодженість (англ. causal consistency) для основних бізнес-даних, а решту інформації передавати з використанням кінцевої узгодженості (англ. eventual consistency) або ж з використанням клієнто-орієнтованих або сесійних моделей для низько-пріоритетних даних. Подібний функціонал

доступний в Amazon DynamoDB, де явно можна обрати строгий або кінцевий режим узгодженості [7].

РА/EL СКБД можуть також використовуватись в комбінації з кордонними обчисленнями (англ. edge computing) та методами сегментації/фрагментації даних з метою подальшого зниження затримок та підвищення пропускної здатності інформаційної системи [8]. Високонавантажені застосунки, як-от багатокористувацькі XR ігри, можуть використовувати гібридну архітектуру, яку пропонують деякі хмарні провайдери. В AWS вузол кордонних обчислень може виконувати накопичення, стиснення та інші додаткові операції над даними, а потім надсилати їх до основних вузлів розподіленої системи через внутрішню мережу, що зазвичай швидше за маршрутизацію трафіку через публічний інтернет.

Таким чином, було проаналізовано та систематизовано типові відмінності застосування розподілених СКБД в класичних та XR застосунках. Середовища розширеної реальності з підвищеними вимогами до затримок потенційно можуть досягти кращої швидкодії при застосуванні РА/EL-орієнтованих NoSQL систем з фрагментацією даних та явним контролем моделей узгодженості в залежності від класу даних. Застосування хмарних технологій, як-от кордонних обчислень, може додатково покращити ефективність передачі великих об'ємів даних. Перспективним є подальше дослідження гібридних рішень в сфері розподілених баз даних та їх спеціалізоване застосування в сценаріях з низькими мережевими затримками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] P. Caserman, M. Martinussen, and S. Göbel, "Effects of end-to-end latency on user experience and performance in immersive virtual reality applications," in *Entertainment Computing and Serious Games*. Cham: Springer Int. Publishing, 2019, pp. 57–69. Accessed: Sep. 16, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_5
- [2] T. Collingwoode-Williams, Z. O'Shea, M. Gillies, and X. Pan, "The impact of self-representation and consistency in collaborative virtual environments," *Front. Virtual Real.*, vol. 2, May 2021. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.648601>
- [3] M. Sereno, X. Wang, L. Besancon, M. J. McGuffin, and T. Isenberg, "Collaborative work in augmented reality: A survey," *IEEE Trans. Visualization Comput. Graph.*, p. 1, 2020. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/tvcg.2020.3032761>
- [4] X. Wang, H. Sun, T. Deng, and J. Huai, "Consistency or latency? A quantitative analysis of replication systems based on replicated state machines," in *2013 43rd Annu. IEEE/IFIP Int. Conf. Dependable Syst. Netw. (DSN)*, Budapest, Hungary, Jun. 24–27, 2013. IEEE, 2013. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/dsn.2013.6575361>
- [5] D. Abadi, "Consistency tradeoffs in modern distributed database system design: CAP is only part of the story," *Computer*, vol. 45, no. 2, pp. 37–42, Feb. 2012. Accessed: Sep. 16, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/mc.2012.33>
- [6] J. Dizdarevic, Z. Avdagic, F. Orlucevic, and S. Omanovic, "Advanced consistency management of highly-distributed transactional database in a hybrid cloud environment using novel R-TBC/RTA approach," *J. Cloud Comput.*, vol. 10, no. 1, Apr. 2021. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s13677-021-00230-0>
- [7] "DynamoDB read consistency." Amazon Web Services. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://docs.aws.amazon.com/amazondynamodb/latest/developerguide/HowItWorks.ReadConsistency.html>
- [8] T. Nagato, T. Tsutano, T. Kamada, Y. Takaki, and C. Ohta, "Distributed key-value storage for edge computing and its explicit data distribution method," *IEICE Trans. Commun.*, E103.B, no. 1, pp. 20–31, Jan. 2020. Accessed: Sep. 16, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1587/transcom.2019cpp0007>

ПРОЕКТУВАННЯ, РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЧАТ-БОТУ СЕРВІСНОЇ СЛУЖБИ

МИРОСЬ Ю.О. (yura.myros1604@gmail.com)

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Метою роботи є оптимізація та покращення ефективності й швидкості роботи сервісної служби за допомогою розробки та впровадження інтелектуального чат-бота. У роботі проведено аналіз предметної області, визначено бізнес-процеси сервісної служби, які підлягають автоматизації, сформульовано функціональні й нефункціональні вимоги до майбутньої системи. Здійснено порівняльний аналіз існуючих моделей штучного інтелекту для вирішення поставленої задачі та готових чат-ботів з урахуванням функціональності, якості діалогів, доступності, інтегрованості, та безпеки. Результати дослідження становлять основу для подальшого проектування та розробки інтелектуального чат-бота, що дозволить зменшити час очікування відповідей, підвищити якість обслуговування та покращити загальне враження від взаємодії з сервісом.

Постановка проблеми. Сервісні служби часто стикаються з ростом обсягів інформації та запитів від користувачів. На сьогодні головною інновацією у сфері інформаційних технологій є штучний інтелект, зокрема чат-боти на його основі. Інтелектуальні чат-боти еволюціонували до важливого компонента у сучасній стратегії обслуговування клієнтів та їх інтеграція в сервісну службу є необхідним кроком для підвищення конкурентоспроможності підприємств [1]. Залежність від операторів знижує ефективність і швидкість роботи, особливо при великому зростанні кількості клієнтів. Це призводить до підвищення загальних витрат компанії та тривалого очікування відповідей для користувачів. Головною причиною створення програмної системи є відсутність рішень, які були б доступні широкому колу користувачів, безкоштовні або дешеві [2].

Перелік вирішених завдань. Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні завдання:

- аналіз предметної області та огляд бізнес-процесів сервісної служби;
- визначення бізнес-процесів сервісної служби, які будуть автоматизовані, формулювання функціональних та нефункціональних вимог до програмного забезпечення;
- проведення порівняльного аналізу та дослідження існуючих моделей штучного інтелекту та систем інтелектуальних чат-ботів, з урахуванням їх функціональності, якості діалогів, легкості використання, доступності, інтегрованості та безпеки;
- вибір методології розробки та моделі життєвого циклу;
- проектування та моделювання системи, включаючи побудову діаграм варіантів використання, послідовностей, активностей, а також розробку моделі даних;
- розробка алгоритмічного та інформаційного забезпечення, а також вибір інструментальних засобів і технологій;
- проведення техніко-економічного обґрунтування проекту та оцінка його ефективності.

Суть дослідження. У роботі було розглянуто сучасні технології, які необхідні для створення інтелектуального чат-бота, включаючи штучний інтелект (AI), розуміння природної мови (NLU), обробку природної мови (NLP) та машинне навчання (ML). Було визначено, що інтелектуальні чат-боти можуть враховувати контекст, навчатися, персоналізувати взаємодію і навіть передбачати потреби користувачів [3, 4].

Проаналізувавши існуючі рішення на ринку, було виявлено, що більшість з них орієнтовані на великий бізнес і є досить дорогими, а деякі взагалі недоступні для звичайних користувачів. У відповідь на це було запропоновано власний підхід до розробки, який передбачає створення інтелектуального чат-бота з відкритим вихідним кодом. Система має бути інтегрована з існуючими базами знань сервісної служби, забезпечувати цілодобову підтримку та гарантувати безпеку даних.

Далі було здійснено вибір та проведено дослідження моделей штучного інтелекту, які можна впровадити для генерації відповідей на запити клієнтів. Для цього обрані варіанти порівнювалися

за часом та точністю відповідей на певний запит [5]. Модель з найкращими результатами було обрано для побудови на її основі програмної системи.

Проектування системи базується на трирівневій архітектурі, яка розділяє її на клієнтський, серверний та рівень бази даних. Це забезпечує можливість паралельної розробки, оновлення та масштабування кожного рівня. Визначено основних акторів системи. Детально описано ключові сценарії використання, такі як звернення до чат-бота, моніторинг його роботи та взаємодія оператора з користувачами.

Висновки. Проведена робота підтверджує, що розробка інтелектуального чат-бота для сервісної служби є технічно виправданою та економічно ефективною. Реалізація програмної системи з використанням технологій штучного інтелекту та обробки природної мови дозволить значно оптимізувати роботу сервісної служби та покращити взаємодію з клієнтами. Розроблена система є конкурентоспроможною порівняно з існуючими аналогами та використовує найефективнішу модель штучного інтелекту відповідно до проведеного дослідження. Результати дослідження створюють міцну основу для подальшої розробки та інтеграції програмного продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Jim Holdsworth, IBM (2024, Jan. 18). Unlocking the power of chatbots: Key benefits for businesses and customers. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ibm.com/think/insights/unlocking-the-power-of-chatbots-key-benefits-for-businesses-and-customers>.
2. Empower360: Revolutionizing HR with Intelligent Chatbots and 24/7 Employee Self-Service (2023, Nov. 21). [Електронний ресурс]. URL: <https://hyscaler.com/insights/empower360-intelligent-chatbots-hr-services>.
3. Akileish Ramanathan, DevRev (2025, Jun. 25). How Do Chatbots Work? Exploring AI-Powered Architecture For Automated Support. [Електронний ресурс]. URL: <https://devrev.ai/blog/how-do-chatbots-work>.
4. B.J. Copeland, Britannica (2025, Sep. 12). Artificial Intelligence. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Methods-and-goals-in-AI>.
5. Bartek Kuban, quickchat.ai (2025, May 22). How to Calculate Chatbot ROI: A Practical, No-Nonsense Guide to Boost Your AI Customer Service Profits [Електронний ресурс]. URL: <https://quickchat.ai/post/calculate-chatbot-roi>.

УДК 004.8+655.41

КОМУНІКАЦІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ПУБЛІКАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМАХ НА БАЗІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Р. МОРОЗ (moro3roman@gmail.com),
Інститут поліграфії та медійних технологій Львівської політехніки

Показано шляхи оптимізації видавничих процесів у публікаційних платформах з використанням технологій штучного інтелекту. Обґрунтовано спеціалізовані групи комунікаційного інструментарію для формування навчальних вибірок, які охоплюють репрезентативні сегменти даних при створенні профільних корпусів наукових текстів.

Постановка проблеми та актуальність. Дослідницьку діяльність супроводжує стрімке зростання обсягів інформації. Кількість наукових статей, препринтів, експериментальних даних і коментарів у наукових спільнотах та соцмережах збільшується настільки швидко, що традиційні підходи до їхнього опрацювання стають малоефективними. Це створює потребу в автоматизованих інструментах, здатних підтримати процеси пошуку, аналізу та поширення наукового знання. Одним із перспективних напрямів для оптимізації комунікаційних процесів у публікаційних платформах [1] є використання технологій штучного інтелекту. В організації

структурованої комунікації між учасниками видавничого процесу такі рішення дозволяють не тільки зменшити навантаження на редакційні та рецензійні колективи, а й підвищити якість інтеграції даних у наукову інфраструктуру [3].

Метою дослідження є розроблення інструментарію фільтрування, аналізу та впорядкування даних перед їх передачею цільовій категорії авторизованого профілю користувача мережевої публікаційної платформи. **Завданням** дослідження є інтегрування механізмів формування спеціалізованих навчальних вибірок, які охоплюють репрезентативні сегменти даних з наукових статей, рецензій, метаданих публікацій за тематикою видання для подальшої реалізації інтелектуального аналізу публікаційного контенту.

Виклад суті дослідження. Комунікаційна функція в публікаційних платформах має багаторівневу структуру. Вона охоплює взаємодію авторів і рецензентів, обмін матеріалами з технічними редакторами, формування редакційних рішень і поширення результатів серед наукової спільноти. На кожному з цих рівнів виникають завдання, пов'язані з аналізом даних (рис. 1). Це перевірка коректності подання, пошук плагіату, оцінка оригінальності, відповідності стилю, аналіз цитувань, виявлення релевантних досліджень. Значна частина цього процесу традиційно здійснюється вручну, що призводить до затримок і людських помилок. Упровадження систем штучного інтелекту створює можливість перерозподілити рутинні операції на алгоритми, зосередивши зусилля людини на експертному оцінюванні.

Значно скорочуючи час на первинну редакційну перевірку, розвиток таких інструментів потребує формалізації наукових даних, які відрізняються від масових медіа чи комерційного контенту високим рівнем структурованості, використанням формальних стилів і необхідністю точного відтворення термінології. Тому технології штучного інтелекту мають бути адаптовані до наукових корпусів текстів, що враховують дисциплінарні особливості та стандарти цитування, бо модель штучного інтелекту краще навчається розпізнавати закономірності, термінологію та структуру мови у вузькій галузі, коли тренується саме на профільних прикладах.

У публікаційних платформах важливе місце займає питання довіри до результатів автоматичного аналізу. На відміну від допоміжних сервісів, де похибка сприймається як допустима, у видавничих процесах навіть невеликі неточності можуть вплинути на наукову репутацію. Тому необхідно забезпечувати прозорість алгоритмів і можливість перевірки їхніх рішень людиною за принципом «людина в контурі» (human-in-the-loop). У контексті публікаційної платформи ця концепція буде означати, що штучний інтелект надає рекомендації чи попередні висновки, але остаточне рішення завжди залишається за редактором або рецензентом.

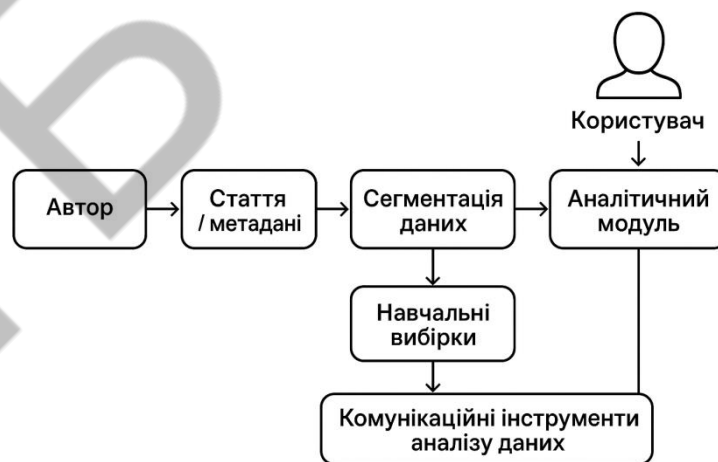


Рис. 1 – Інформаційна модель інтеграції комунікаційних інструментів аналізу даних

Хмарна інфраструктура, на якій зазвичай базуються сучасні публікаційні платформи, відкриває можливості масштабування, але з'являється загроза для безпеки та управління даними. Проектовані інструменти аналізу сегментів на базі штучного інтелекту можуть підтримати процеси динамічного балансування навантаження, автоматичної персоніфікації доступу, контейнеризації сервісів. Це дає змогу оптимізувати використання ресурсів і водночас підвищити стійкість системи до зовнішніх атак. Таким чином, технології аналізу даних у поєднанні з

сучасними методами DevSecOps формують комплексний підхід до розбудови надійної інфраструктури публікаційної платформи.

Окремою спеціалізованою групою проєктованих інструментів є забезпечення кібер-захисту комунікацій. Публікаційні платформи обслуговують велику кількість користувачів, серед яких є автори, рецензенти, адміністратори, читачі. Будь-яке втручання у ці комунікації становить ризик як для наукової доброчесності, так і для безпеки персональних даних. Використання методів аналізу поведінки користувачів дає змогу виявляти підозрілі дії, наприклад несанкціонований доступ або спроби підміни файлів. Коректно підібрані взаємосумісні алгоритми машинного навчання здатні своєчасно сигналізувати про відхилення від звичних моделей взаємодії, що створює додатковий рівень захисту.

Особливу увагу при навчанні потрібно приділити покращенню користувацького досвіду. Автори очікують від публікаційної платформи простоти подання матеріалу і швидкого отримання зворотного зв'язку. Рецензенти потребують зручних інструментів для аналізу текстів, а редактори – для координації робочих процесів. Штучний інтелект може пропонувати автоматичні підсумки текстів, візуалізації ключових результатів, пріоритизацію зауважень. Це не лише економить час, а й створює умови для більш продуктивної комунікації. Сукупність описаних рішень формує цілісну концепцію інтелектуалізації публікаційних платформ. Її мета полягає не у повній автоматизації видавничих процесів, а у створенні симбіозу людини і алгоритму. Такий підхід дозволяє поєднати обчислювальну потужність і здатність машин до аналізу великих масивів даних із критичним мисленням і експертним досвідом наукової спільноти.

Отже, розробка та інтегрування комунікаційних інструментів аналізу видавничих потоків даних на базі штучного інтелекту відкриває новий етап у функціонуванні публікаційних платформ. Вони перетворюються з пасивних сховищ інформації на активні середовища підтримки досліджень, де інтеграція автоматизованих алгоритмів і людської експертизи створює умови для більш ефективного і прозорого обігу наукового знання, забезпечуючи зростаючі потреби академічної спільноти.

Висновки. Таким чином, побудована інформаційна модель показала, що використання штучного інтелекту в комунікаційних інструментах публікаційних платформ є не лише технічним рішенням, а й чинником підвищення довіри до наукових процесів, зменшуючи ризик помилок і втрати контенту. Інтеграція таких інструментів потребує ретельного налаштування на предметні області та формування якісних навчальних корпусів, причому важливою умовою успіху є дотримання принципу «людина в контурі», що забезпечує баланс між автоматизацією і контролем. Впровадження інтелектуальних рішень повинне охоплювати спеціалізовані групи комунікаційного інструментарію аналізу видавничих процесів, редагування і рецензування, а також кіберзахисту і управління інфраструктурою, формуючи передумови для подальшої цифрової трансформації наукової комунікації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мороз Р. Обґрунтування доцільності розгортання автоматизованих видавничо-редакційних веб-платформ. Друкарство молоде, №25, 2025. С. 91-96
2. Мороз Р. Застосування інтелектуальної системи Indico Data у цифровій медіаінфраструктурі наукового видавництва. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології, №1 (10), 2025. С. 88-89.
3. Мороз Р. Підвищення ефективності інформаційної взаємодії у веб-платформах видавничої інфраструктури. Сучасна молодь в світі інформаційних технологій, №6, 2025. С. 83-87.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ СКЛАДНИХ ПРОСТОРОВИХ ФОРМ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

МОРОЗОВА М.Ю. (m123morozova@gmail.com)

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

У роботі розглядаються проблеми візуалізації складних просторових форм та шляхи вирішення цих завдань за допомогою технології доповненої реальності (AR). Традиційні методи візуалізації не завжди дозволяють наочно відобразити складні геометричні структури у просторі та показати взаємозв'язки між елементами. AR може забезпечувати інтерактивне дослідження таких об'єктів, надає можливості моделювання та масштабування у реальному часі. Використання цієї технології для візуалізації складних просторових форм може сприяти кращому розумінню складних геометричних об'єктів, полегшує процес їхнього вивчення, наукові дослідження та аналіз.

Ключові слова: складні просторові форми, багатогранники, візуалізація, тривимірна модель, доповнена реальність, AR, гейміфікація.

Сучасна наука все частіше стикається з необхідністю дослідження складних геометричних об'єктів у просторі, які нерідко використовуються у різних галузях інженерії, техніки, промисловості як компоненти різних моделей та систем. При аналізі таких структур важливим є процес візуалізації задля чіткого уявлення про їхню будову, властивості, взаємодію елементів та поведінку у просторі. Методи двовимірних зображень або фізичних макетів мають суттєві обмеження при візуалізації тривимірних об'єктів, насамперед, через неможливість повною мірою відобразити усі просторові зв'язки, відтворити складність системи або забезпечити інтерактивність досліджень. Через це, процес візуалізації та вивчення складних просторових форм може супроводжуватися низкою проблем:

1. Проблема розмірності. Просторові об'єкти бувають складними для представлення на плоскій поверхні; обмежена перспектива ускладнює аналіз структури та зорове сприйняття.

2. Проблема динаміки. Складні просторові форми можуть змінюватися у просторі, що вимагає інтерактивного підходу для спостереження і модифікації таких об'єктів у реальному часі.

3. Проблема інтерпретації даних. Складні просторові форми мають непросту для візуального розуміння структуру або можуть виступати частинами великих систем, дослідження яких потребує наочної та інтуїтивно зрозумілої візуалізації усіх числових параметрів.

Демонстрація таких об'єктів у тривимірному вигляді, особливо з залученням технології доповненої реальності (AR) може бути перспективним напрямом для подолання вищезазначених проблем. Доповнена реальність дозволяє демонструвати інтерактивні середовища, створені з поєднань реального світу та віртуальних об'єктів, здебільшого тривимірних. Це може значно підвищувати ефективність сприйняття складної інформації, зокрема у форматі гейміфікації. Сьогодні дослідниками проводяться експерименти з вивчення ефективності впливу доповненої реальності на процес дослідження складних просторових форм, наприклад, багатогранників, за допомогою різних програм, що у ігровій формі мають на меті зрозуміло і точно донести потрібну інформацію [1].

Так один з експериментів, проведений серед студентів архітектурних спеціальностей, показав, що більша частина учасників, що має лише базові знання геометрії, засвоює знання про складні багатогранні структури краще, якщо використовує додаток для навчання з технологією доповненої реальності [1].

Інший експеримент було проведено серед студентів інженерних спеціальностей з метою висвітлення того, що AR дозволяє краще розуміти складні просторові об'єкти порівняно з традиційними методами їхньої візуалізації [2]. Учасників було розподілено на дві групи для вирішення інженерних завдань: одна група використовувала для цього AR-технологію, а інша – ні. Авторами дослідження було визначено, що доповнена реальність допомагає краще уявляти складні тривимірні структури і знижує кількість помилок при розв'язанні таких задач [2].

Тому, серед переваг візуалізації складних просторових форм за допомогою AR-технології, які дозволяють вирішувати вказані завдання, можна виділити наступні:

1. Оскільки у доповненій реальності складні геометричні форми можна розміщувати під час візуалізації у реально існуючому просторі, це забезпечує свободу огляду моделі під будь-яким кутом зору. Користувач може змінювати масштаб тривимірної моделі або її частин, вивчаючи їхню структуру.

2. AR дозволяє моделювати динамічні процеси над об'єктом у реальному часі, що надає можливості для більш точного і глибшого аналізу його параметрів та властивостей.

3. Технологія доповненої реальності включає в себе методи для комбінування інформації про складні просторові форми з різних джерел, що дозволяє об'єднувати дані про об'єкт в одній інтерактивній моделі.

Дослідження складних просторових форм за допомогою звичних методів візуалізації часто ускладнюється високою деталізацією та багаторівневою структурою таких об'єктів, а також необхідністю демонстрації динамічних змін. Інтегруючи тривимірні моделі таких об'єктів у реальний простір, доповнена реальність пропонує ефективні підходи до їхнього зображення і взаємодії у реальному часі. Моделям складних форм, поданим за допомогою AR, притаманні ознаки інтерактивності, що, в свою чергу, веде до гейміфікації процесу їхнього дослідження, тобто спрощує розуміння їхньої структури та властивостей. Це може бути корисним при вирішенні низки завдань, пов'язаних з такими об'єктами, у різних галузях науки та освіти, завдяки скороченню процесу аналізу, який може ставати більш наочним, зрозумілим і доступним. Важливим є те, що методи та підходи технології доповненої реальності значно розширюють спектр рішень для можливих проблем, пов'язаних з окресленими у роботі питаннями. AR дозволяє адаптувати процес дослідження складних просторових форм для користувачів різного віку, як початківців, так і спеціалістів у низці галузей. Тому технологію доповненої реальності можна назвати перспективним допоміжним інструментом при вивченні складних просторових форм, що відкриває нові можливості для досліджень і подальших наукових відкриттів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Martinelli A., El Bedewy S., Lavicza Z. Exploring and understanding regular polyhedra using augmented reality. Game-based and playful approaches to mathematics education, Rome, 9 September 2024. P. 141–142.
2. Hain A., Motaref S. Evaluation of augmented reality as a visualization tool to enhance undergraduate engineering students' performance in an entry-level course. Journal of STEM education: innovations and research. 2023. Vol. 24, no. 2. P. 23–30.

УДК 004.58

ІГРОВІ МЕХАНІКИ VRET ДЛЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ

ОСПЕНКО Н. В., МАЛІНІЧ П. П., МАЛІНІЧ І. П. (malinich@vntu.edu.ua)

Вінницький національний технічний університет

У публікації розглядаються можливості застосування методик VRET у гейміфікації інклюзивного навчання. Інклюзивне навчання школярів у школах потребує залучення значної кількості педагогічного персоналу. Впровадження гейміфікації інклюзивного навчання дозволить знизити навантаження на таких спеціалістів. Методики VRET мають ряд ігрових механік, які можуть зробити інклюзивне навчання більш продуктивним. У публікації наведено застосування основних їх принципів для побудови VR-курсів для школярів. Запропоновано алгоритм контролю уваги учня. В якості підсумку зазначено що на загальнонаціональному рівні є багато можливостей для впровадження подібної технології.

Віртуальна реальність для експозиційної терапії (англ. *Virtual Reality Exposure Therapy, VRET*) використовує VR-технології для занурення пацієнтів у безпечне, контрольоване віртуальне середовище, де вони можуть поступово стикатися зі своїми страхами та тригерами. Зазвичай цей метод застосовується для лікування тривожних розладів, фобій та посттравматичного стресового розладу, допомагаючи зменшити інтенсивність стресових реакцій та навчитися справлятися з тривожністю. В Україні ця методика лікування поки не отримала масового застосування у терапії, зокрема через повільність інновацій у системі охорони здоров'я. Крім того на даному етапі розвитку VR-технологій дана методика має обмежений набір сценаріїв для психотерапії, потребує високої кваліфікації спеціалістів, а також не завжди може бути практичною у вирішенні тих чи інших проблем.

Однак ігрові механіки VRET можуть мати досить потужне застосування у гейміфікації інклюзивної освіти, коли у учня є інклюзивні проблеми із сприйняттям навчального матеріалу. VR-гейміфікація може бути застосована виключно у позакласному навчанні. На момент написання даного матеріалу учні з подібними проблемами навчаються на заняттях разом із іншими учнями, однак із допомогою особистого асистента з інклюзивного навчання [1]. Перед таким асистентом стоять наступні завдання: зосередити увагу учня на навчальному матеріалі, підтримувати його мотивацію на достатньому для навчання рівні, а також пояснювати матеріал який учень не зрозумів [2]. Гейміфікація інклюзивної освіти дозволяє в тій чи іншій мірі зменшити навантаження на асистента, але потребуватиме від нього/неї вищої кваліфікації. Недоліком такого підходу є те що учні з інклюзивними умовами навчання не зможуть навчатись разом із іншими учнями, а лише у окремих класах з окулярами віртуальної реальності. З іншої сторони подібний підхід передбачає що їм буде виділено більше часу на вивчення матеріалу ніж іншим учням, що зрештою добре, оскільки їм потрібен додатковий час та витрата додаткових психологічних зусиль аби сконцентруватись на матеріалі та засвоїти його [3]. Іншою проблемою, яка може виникати у інклюзивному навчанні є те, що ці діти можуть писати повільніше ніж товариші [4]. Використання VR-технологій дозволить зменшити цю проблему, тому що писати доведеться менше.

При розробці VR-середовища для інклюзивного навчання у методиці VRET можна запозичити методи виміру таких показників як рівень мотивації та концентрації уваги, а також механіки їх підтримки. Крім безпосереднього навчання VR-сценарії можуть також полегшувати розвиток комунікативних навичок, наприклад віртуальна участь у навчальній груповій діяльності, але в безпечному середовищі. Це може виявитись корисним для учнів з розладами аутистичного спектра, тривожністю чи труднощами комунікації [5]. Також технологія VR дозволяє адаптувати контент для різних сенсорних потреб, наприклад аудіо, візуальні підказки чи жестове керування.

Розробка VR-сценаріїв для подібної платформи є досить складним процесом, однак з розвитком таких загальнонаціональних національних платформ як Дія.Освіта стає можливо централізовано працювати над VR-курсами. В епоху пандемії коронавірусу та з початком повномасштабної війни українська система освіти стала більш гнучкою, завдяки чому з'явилися розробники інтерактивних та відеокурсів для школярів. Тому розвиток VR-курсів на базі подібних платформ є доволі досяжним завданням.

Запропонований підхід передбачає зменшення навчальних блоків з 45 хвилин до 15-20 хвилин, щоб відповідати віковим та індивідуальним особливостям концентрації [6]. Це зумовлено насамперед тим що різні учні можуть мати різні пороги максимальної концентрації уваги. Для контролю за увагою учня розроблено алгоритм (рис. 1).

Основні показники, які можна можна запозичити із методик VRET для застосування розробленого алгоритму – це зорові показники: тривалість фіксації, частота саккад, теплові карти зору, час на інструкційному матеріалі. Ці параметри допомагають оцінити, наскільки учні зосереджені саме на навчальних об'єктах, а не відволікаючих факторах. Вони створюють базове уявлення про напрям і стійкість уваги у віртуальному чи інтерактивному середовищі. Крім того ці показники найбільш легко отримати шляхом прямого спостереження.

Додаткові показники які можна запозичити із методик VRET є поведінкові та інтерактивні метрики, які відображають якість залучення учня. До них належать швидкість і точність відповідей, частота змістовних взаємодій, проміжки між отриманням інструкцій та реакцією. Додатково враховуються рухи голови, стабільність використання контролерів, перебування у визначених навчальних зонах і правильна орієнтація щодо контенту.

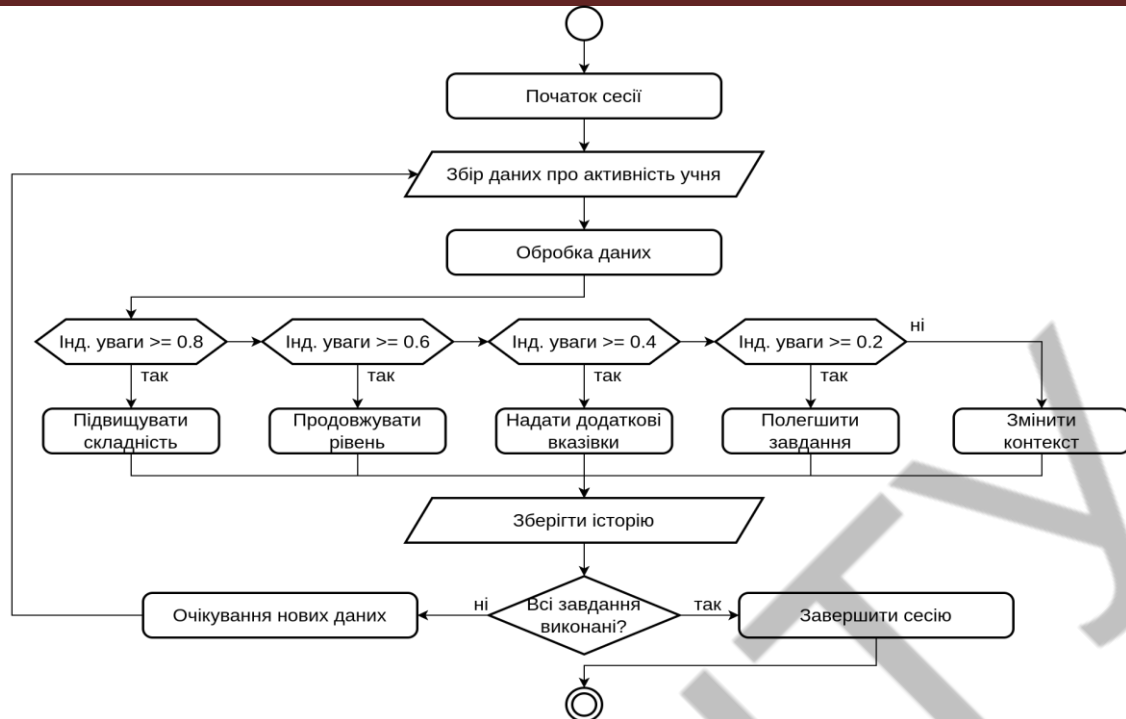


Рисунок 1 – Алгоритм контролю уваги учня

У поєднанні з цим аналізується продуктивність: відсоток завершення завдань, помилки, потреба в повторному поясненні та послідовність у виконанні серії завдань.

Висновок. У публікації проаналізовано основні підходи, ігрові механіки та показники методик VRET, які можна використати для створення інклюзивних VR-курсів. На даний момент це поки нова концепція, яка поки не може бути повноцінно впроваджена у освітній процес, однак із прогресом у сфері освіти може бути з часом впроваджена у школах, розвантаживши педагогічний персонал, який зайнятий інклюзивною освітою. Діаграму (рис. 1) створено за допомогою сервісу PlantUML шляхом інтерпретації раніше створеного програмного коду Python у ШІ-сервісі Claude Sonnet 4. Дана публікація містить загальні відомості про нову, в достатній мірі не перевірену концепцію і не повинна розглядатися як альтернатива рекомендаціям лікаря та/або психолога.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Г. Й. Шевчук, "Інклюзивна освіта у вищій школі: виклики та перспективи", *АКАДЕМІЧНІ СТУДІЇ. СЕРІЯ «ПЕДАГОГІКА»*, в. 2, ч. 3, с. 151-157, 2021.
2. Л. Лавріненко, "Інклюзивна освіта в умовах викликів нової української школи", *Вісник Національного університету "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка*, в. 174, ч. 18, с. 165-171, 2022.
3. І. В. Гевко, "Інклюзивна освіта в Україні: сучасний стан та проблеми розвитку", *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Педагогічні науки*, № 1, с. 52-58, 2019.
4. С. Коваленко, «Ретроспективний аналіз дисертацій за темою "Інклюзивна освіта"», *Науково-педагогічні студії*, № 5, с. 173-184, 2021.
5. В. Р. Олексюк, О. П. Павелко, "Особливості розвитку та психокорекції пізнавальної сфери дітей з РАС", *Вчені записки*, 12022124, 2022.
6. Л. Чопик, М. Мусієнко, "Особливості прояву розладу дефіциту уваги з гіперактивністю у дітей старшого дошкільного віку", *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія "Педагогіка. Психологія"*, № 5, с. 190-195, 2024.

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ РІВНІВ ІЗ LLM-ПРОМПТАМИ: ШВИДКИЙ ПРОТОТИП У WebGL/Typescript

ПАНАСЮК Б.Ю. (boris.panasjuk@gmail.com)

БАБЮК Н.П. (babiuk@vntu.edu.ua)

Вінницький національний технічний університет

Представлено підхід до швидкого прототипування ігрових рівнів шляхом процедурної генерації з використанням великих мовних моделей (LLM). Розглянуто можливості LLM для створення параметризованих рівнів на основі текстових промптів та окреслено методи забезпечення детермінізму й контролю якості згенерованого контенту. Проаналізовано архітектурні обмеження середовища WebGL/TypeScript при інтеграції LLM, способи ефективного промптування моделей, валідацію якості рівнів та межі генеративних можливостей. У висновках сформульовано переваги запропонованого підходу та пов'язані ризики його застосування.

Постановка проблеми

Процедурна генерація ігрових рівнів є одним із перспективних напрямів в ігровій індустрії, що дозволяє автоматично створювати контент за допомогою алгоритмів. Традиційно такі алгоритми або суворо детерміністичні (наприклад, генерація на основі заданих правил), або навчаються на конкретних наборах даних гри. Великі мовні моделі (LLM) останніх поколінь відкрили нові можливості для процедурного генерування ігрових рівнів [1]. Однак інтеграція LLM у ігровий рушій чи середовище типу WebGL потребує врахування обмежень обчислювальних ресурсів, швидкості відгуку та якості генерованого контенту [2]. Постає проблема розробки методики використання LLM для генерації рівнів, яка б забезпечила керованість процесом та прийнятну якість результатів.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка методів та створення прототипу системи процедурної генерації рівнів, яка використовує LLM-промпти для створення ігрового контенту у середовищі WebGL/TypeScript. Це передбачає дослідження способів формування ефективних промптів, механізмів керування випадковістю та валідації згенерованих рівнів.

Приклад гіпотетичного прототипу

Розглянемо гіпотетичний сценарій використання розробленого прототипу. Наприклад, дизайнер гри бажає швидко отримати варіанти рівня для платформера у стилі “містичний ліс”. Він задає такі вимоги: розмір рівня – приблизно 50x10 умовних одиниць (горизонтальний *side-scroller* рівень), тема – нічний ліс із руїнами, рівень складності – середній, присутні 5 ворогів (літаючі та наземні), одна схована область з бонусом, фінальний бос наприкінці рівня. Дизайнер формулює промпт, що описує ці вимоги, але для моделі (яка краще працює з англійською) промпт автоматично перекладається англійською. Додатково, промпт містить інструкцію щодо формату: модель має повернути об'єкт JSON з полями: "terrain" (список сегментів платформи з їх координатами), "enemies" (список ворогів із типом та координатами), "secretArea" (координати прихованої зони), "boss" (позиція боса), тощо. Після відправки промпта LLM генерує відповідь. Приклад фрагменту згенерованого JSON (спрощено):

```
{
  "terrain": [ { "x":0,"y":0,"length":10}, { "x":12,"y":-1,"length":5}, ... ],
  "enemies": [
    { "type":"bat","x":8,"y":5},
    { "type":"goblin","x":15,"y":0}, ...
  ],
  "secretArea": { "entrance":{ "x":22,"y":0}, "treasure":{ "x":25,"y":3} },
  "boss": { "type":"treeSpirit", "x":48,"y":0 }
}
```


Отримані дані імпортуються у движок WebGL: створюється віртуальна сцена, де сегменти платформи (terrain) відображаються як земна поверхня й підвищення, вороги (enemies) – як відповідні спрайти з поведінковими скриптами, бос – як окремий великий персонаж із особливою областю. При завантаженні рівня рушій перевіряє, що всі координати коректні (не виходять за межі сцени), що секретна область досяжна (в даному випадку перевіряється наявність входу entrance і що він прилягає до якогось сегмента terrain), а також що вороги розподілені рівномірно, не скупчені надмірно в одній точці. Деякі аспекти, які модель не завжди враховує, автоматично поправляються рушієм. Наприклад, якщо модель розмістила ворога типу “гоблін” ($y=0$) на сегменті землі, але не врахувала, що над ним має бути достатньо простору для графіки персонажа, рушій може зсунути такого ворога трохи вище $y=1$ або на інший сегмент. Після цього рівень доступний для тестування – дизайнер може одразу грати й оцінити його. Припустимо, тестування показало, що рівень занадто легкий (вороги розташовані далеко один від одного). Дизайнер може відредагувати промпт (збільшити кількість ворогів чи змінити їх розподіл) або ж попросити модель: “Зроби рівень складнішим: додай більше ворогів у середній частині рівня та декілька шипів як пастки”. Модель, отримавши такий уточнений запит, згенерує новий JSON із додатковими ворогами та пастками (наприклад, "traps": [{"type": "spikes", "x": 30, "y": 0}, ...]). Таким чином, в інтерактивному циклі за лічені хвилини створюється і поліпшується ігровий рівень, що відповідає задуму дизайнера. Даний приклад ілюструє перевагу підходу: використовуючи LLM, можна отримати різноманітні варіанти рівнів, просто змінюючи описові параметри, без необхідності вручну моделювати геометрію чи розставляти кожен об'єкт.

Варто зазначити, що у даному прототипі ми свідомо спростили низку аспектів. Зокрема, модель не генерує безпосередньо код на TypeScript чи GLSL шейдери – вона лише описує рівень на високому рівні. Існують роботи, де LLM використовується для генерації ігрової логіки або коду (наприклад, генерації скриптів на TypeScript для керування об'єктами), проте це породжує додаткові складнощі перевірки коректності коду та безпеки. Натомість наш акцент – на генерації контенту (даних рівня), а не поведінкового коду. Іншим спрощенням є відсутність складної геометрії: рівень представлено дискретно (сітка або сегменти), що зручно для текстового опису. У разі 3D-рівнів із довільною геометрією промпт мав би бути набагато складнішим, або вимагався б інший підхід (наприклад, генерація на основі повідомлень-функцій типу “додати об'єкт на сцену” з послідовним викликом таких функцій моделлю). Натомість формат, обраний у прототипі, добре підходить для платформера чи лабіринту, де важливі лише розташування об'єктів на сітці.

Методи та реалізація

Архітектура рішення: Прототип складається з фронтенд-додатка на TypeScript, що працює в браузері (Canvas/WebGL), та хмарного API доступу до LLM (наприклад, OpenAI GPT-4). TypeScript використано для швидкої розробки і типобезпеки – вихідний код компілюється в JavaScript і виконується у браузері [3], що означає ті самі обмеження середовища, що й для звичайного JS. WebGL використовується для рендерингу 3D/2D-графіки у браузері; це JavaScript API для апаратно прискореної графіки, що дозволяє безпосередньо використовувати GPU для відтворення сцени на canvas. Обмеження WebGL включають відсутність сучасних можливостей, таких як багатопотоковість і обчислювальні шейдери (порівняно з новішим WebGPU) . Проте WebGL сумісний з усіма сучасними браузерами і має розвинену екосистему, що важливо для доступності прототипу. Використання LLM в такому клієнтському середовищі можливе лише через мережеві запити до API; безпосереднє розгортання моделі у браузері наразі обмежене через вимоги до ресурсів. Тому прототип надсилає промпти до віддаленого сервера LLM та отримує згенерований контент у вигляді структурованих даних (JSON).

Очікувані результати

Очікується, що прототип підтвердить життєздатність запропонованого підходу: LLM зможе генерувати різноманітні рівні на основі текстових описів майже миттєво. Передбачається отримати приклади рівнів, які відповідають заданим умовам і залишаються відтворюваними при тих самих промптах, демонструючи керованість процесу генерації. Аналіз результатів дозволить сформулювати рекомендації щодо ефективного промптування та методів контролю якості контенту.

Висновки

У роботі сформовано прототип системи процедурної генерації рівнів із використанням LLM-промптів у середовищі WebGL/TypeScript. Проведений аналіз дозволяє зробити такі висновки:

Переваги підходу:

1. Швидке прототипування та творчість. LLM здатна генерувати різноманітні дизайни рівнів за мінімального втручання людини. Зміна текстового опису призводить до якісно нових варіантів рівня, що прискорює творчий процес. Це особливо корисно на ранніх етапах розробки, коли потрібен брейнштормінг ідей рівнів.

2. Параметризація і гнучкість. На відміну від жорстких алгоритмів PCG, модель реагує на високорівневі параметри (тема, наратив, стиль). Можна легко накладати додаткові вимоги, навіть розмиті (“зроби рівень похмурішим”), і модель врахує їх у міру свого розуміння. Це відкриває новий рівень інструментарію для дизайнерів – описовий, семантичний.

3. Інтеграція різних аспектів контенту. LLM може одночасно генерувати ігровий світ та наративні елементи. Наприклад, у перспективі модель здатна створити опис рівня і зв’язану з ним історію або діалоги. Таке об’єднання традиційно потребувало окремого дизайну для рівня та сюжету, а генеративна модель може забезпечити цілісність “історії і простору”.

4. Масштабованість без додаткового навчання. Застосування готових LLM дозволяє генерувати контент для різних жанрів і стилів без тренування спеціалізованих моделей під кожну гру. Моделі володіють знаннями про безліч ігрових жанрів і можуть працювати в режимі zero-shot, створюючи осмислені рівні навіть для нових умов. Це скорочує витрати на розробку генераторів контенту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ed-douibi H., Cánovas J. L., Bordeleau F., Cabot J. WAPIml: Towards a Modeling Infrastructure for Web APIs. Proc. of the 22nd ACM/IEEE Int. Conf. on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS 2019 Companion). 2019. P. 748–752.
2. Node.js. Офіційний веб-сайт URL: <https://nodejs.org> (дата звернення: 23.06.2025).
3. Using TypeScript with WebGL to render graphics on the web. URL: <https://blog.logrocket.com/using-typescript-webgl-render-web-graphics/> (дата звернення: 23.06.2025).

УДК 004.92:004.932:658.5

МУЛЬТИМЕДІА ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ГЕЙМІФІКАЦІЇ ОСВІТНІХ І ВИРОБНИЧИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ПАНОВИК У.П. (uliana.p.panovyk@lpnu.ua), ПАНОВИК Р.Р. (roman.r.panovyk@lpnu.ua)
ГІДЕЙ Р.В. (roman.v.hidei@lpnu.ua)

Національний університет «Львівська політехніка»

Розглянуто застосування мультимедіа та штучного інтелекту в гейміфікації освітніх (АСУ НМК/LMS) і виробничих (SCADA/HMI) систем. Запропоновано модель «користувач – мультимедіа – AI – інформаційна система» та алгоритм адаптації, що поєднує регулювання складності, процедурну генерацію і персоналізовані рекомендації. В освіті це підвищує мотивацію і знижує когнітивне навантаження, у виробництві – скорочує час реакції та помилки. Використання уніфікованих метрик підтверджує ефективність такого підходу.

Постановка проблеми. Мультимедіа стало важливим інструментом комунікації, навчання та управління процесами. В освіті воно забезпечує інтерактивність і мотивацію, особливо в поєднанні з гейміфікацією, а штучний інтелект дає змогу персоналізувати траєкторії та автоматично адаптувати завдання. У виробництві мультимедіа виконує роль інтерфейсу між оператором і технологічним середовищем, а алгоритми AI аналізують дані й подають результати у

вигляді інтерактивних індикаторів і симуляцій. Попри це, гейміфікація здебільшого залишається несистемною: в освіті обмежується окремими елементами, а у виробництві – лише тренажерами. Бракує чітких критеріїв ефективності та адаптивних механізмів, що створює ризики неефективності й знижує довіру. Це підкреслює необхідність єдиної концептуальної моделі гейміфікації з інтеграцією мультимедіа та AI.

Сучасні дослідження підтверджують зростання ролі гейміфікації в освіті й виробництві. Огляд [1] показує, що гейміфікаційні елементи в навчанні підвищують мотивацію та сприяють самостійності студентів, а результати [2] доводять, що «серйозні ігри» безпосередньо впливають на залучення до навчального процесу. У більш широкому контексті мультимедійного навчання важливою є робота [3], де обґрунтовано принципи ефективної подачі контенту (CTML) та уникнення перевантаження. З боку AI дослідження [4] підкреслює значення динамічного регулювання складності (DDA), а [5] демонструє можливості процедурної генерації контенту (PCG) для створення адаптивних сценаріїв. Отже, поєднання мультимедіа, гейміфікації та AI-алгоритмів формує основу інтегрованих освітніх і виробничих систем із високим рівнем персоналізації.

Адаптація контенту до потреб користувачів є ключовим завданням сучасних інформаційних систем. В освіті мультимедіа має підлаштовуватися під рівень і темп студента, пропонуючи різні формати подачі, тоді як у виробництві це критично через стресові умови й перевантажені інтерфейси SCADA/HMI. Поєднання мультимедіа та AI дає змогу створювати «розумні» панелі, що відображають лише найважливіші параметри в зручному вигляді – графіки, анімації чи VR-сценарії. Узагальнення підходів формує єдину модель, у якій мультимедіа забезпечує інтерактивність, а AI – адаптацію складності, генерацію контенту та персоналізацію. Це підвищує мотивацію і результативність у навчанні, знижує навантаження у виробництві та робить рішення більш ефективними.

Розв'язання проблеми. У системах АСУ НМК і LMS гейміфікація виконує роль керованого шару взаємодії поверх мультимедійного контенту. Динамічні панелі прогресу, інтерактивні завдання, відеоінструкції та VR-мікролабораторії забезпечують наочність навчального стану і швидкий зворотний зв'язок. Ігрові механіки (бейджі, рівні, квести) пов'язані з компетентнісною матрицею й відкриваються лише після підтвердження реальних умінь у мультимедійному сценарії. Штучний інтелект, використовуючи xAPI-логи, оцінює темп і стиль засвоєння, добирає формат подачі, коригує складність (DDA) та процедурно генерує завдання (PCG). Ефективність вимірюється через *normalized gain*, час на завдання, повторні спроби, NASA-TLX і показники взаємодії з мультимедіа. Інтеграція реалізується через LTI/xAPI та мікросервіси рекомендацій і генерації мультимедійних блоків у зв'язці з LMS. У виробничих системах мультимедіа слугує оперативним інтерфейсом безпеки й ефективності: SCADA/HMI-дашборди з ієрархією уваги, контекстні відеопідказки, звукові сигнали та інтерактивні карти об'єктів. Гейміфікація інтегрується у вигляді «квестів реагування» на події, метрик продуктивності (OEE, MTTR/MTBF, «смуги якості») та командних рейтингів за дотримання SOP. AI-аналітика через OPC UA/MQTT виконує виявлення аномалій, прогноз відмов і адаптацію мультимедійних підказок до контексту. Тренування відбувається у VR-симуляторах із динамічною складністю, що варіюється до стабільного досягнення KPI. Ефективність вимірюється за MTTR/MTBF, частотою хибних тривог, виконанням SOP, помилками в інтерфейсі, когнітивним навантаженням і інтегральним показником операційної спроможності. Архітектурно це реалізується як додатковий шар візуальної адаптації й рекомендаційний сервіс поверх наявних SCADA/HMI.

Єдина концептуальна модель (рис. 1) відображає замкнений цикл «користувач ↔ мультимедіа ↔ AI-модуль ↔ інформаційна система». Користувач взаємодіє з мультимедійним інтерфейсом (дашборди, відео, VR/AR), який відображає дані та пропонує ігрові стимули. Події взаємодії фіксуються у вигляді логів (xAPI/LTI) в освітніх системах або телеметрії (OPC UA/MQTT) у виробничих, після чого передаються до AI-модуля. Штучний інтелект аналізує стан користувача, контекст і пріоритет подій, динамічно адаптує складність завдань і підбирає оптимальний формат подачі контенту. Інформаційна система (LMS/АСУ НМК або SCADA/АСУ ТП) виступає джерелом даних і середовищем збереження результатів, тоді як блок метрик (*gain*, TLX, MTTR/MTBF, SOP-комплаєнс) забезпечує валідацію ефективності й постійне калібрування політик адаптації. Отже, мультимедіа й AI інтегруються у єдину схему, яка підвищує мотивацію, знижує помилки й робить взаємодію з інформаційними потоками більш ефективною.

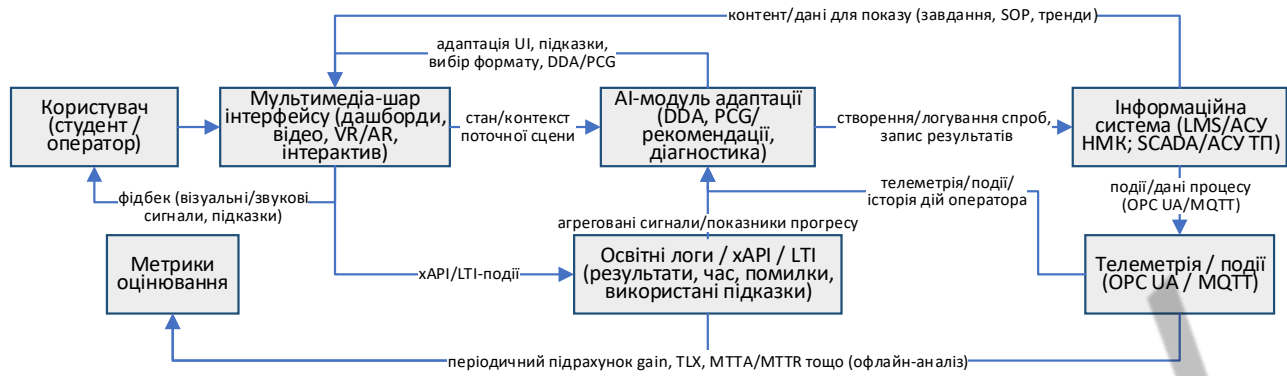


Рисунок 1 – Концептуальна модель інтеграції мультимедіа та AI

Алгоритм AI-адаптації (рис. 2) працює у вигляді циклу, де кожен такт починається зі збору сигналів: у навчанні це результати виконання завдань, час, помилки, підказки (xAPI/LTI), у виробництві – телеметрія, події та дії оператора (OPC UA/MQTT). На основі цих даних визначається стан користувача $\psi(t)$ – рівень компетентності, когнітивне навантаження, ризик чи пріоритет події. Якщо зафіксовано критичну ситуацію, система переходить у безпечний режим із жорсткими SOP-підказками та спрощеним інтерфейсом. Якщо критичності немає, формуються цілі J (мотивація, якість рішення, продуктивність), обирається політика π – динамічна зміна складності (DDA), процедурна генерація контенту (PCG) чи рекомендації – і синтезується адаптація Г: формат подачі, рівень складності, підказки, сценарій тренажера. Перед доставкою користувачу алгоритм перевіряє обмеження (CTML, SOP, етика/безпека), за потреби коригує подачу, а потім оновлює мультимедіа й інтерфейс. Завершальний етап включає логування та підрахунок метрик. У навчанні це *normalized gain*, час виконання, TLX і частка правильних відповідей; у виробництві – MTTA/MTTR, хибні тривоги та дотримання SOP. Отримані результати використовуються для оновлення параметрів політик і самонавчання системи.

Запропонована модель і алгоритм AI-адаптації спрямовані на підвищення мотивації, зниження помилок і швидшу реакцію за рахунок мультимедіа, що динамічно підлаштовується під контекст. Ключовим є керована адаптація: мультимедіа подає лише релевантні сигнали, а AI регулює складність (DDA) і генерує контент (PCG) відповідно до стану користувача. В освіті це реалізується через адаптивні мультимедійні тести з AI, які персоналізують траєкторії, знижують когнітивне навантаження та покращують контроль засвоєння, що підтверджується показниками *normalized gain*, часом виконання і NASA-TLX. У виробництві модель працює у VR-тренажерах операторів, де скорочує MTTA/MTTR, зменшує хибні дії й підвищує комплаєнс SOP, а в критичних ситуаціях переходить у безпечний режим. В обох доменах вирішальними є ієрархія уваги, дозування підказок і темп адаптації. За правильної конфігурації гейміфікація через мультимедіа посилює канал «дані → рішення», але потребує врахування ефекту новизни, ризиків персоналізації та етичної прозорості рекомендацій.

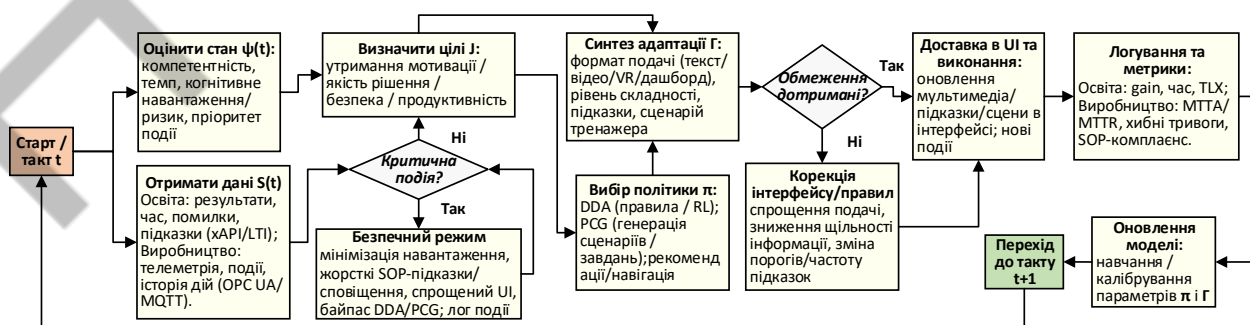


Рисунок 2 – Алгоритм адаптації мультимедійного контенту з використанням AI

Практичне впровадження доцільно здійснювати поступово: у ВНЗ починати з курсів із чіткою компетентнісною моделлю та цифровими логамі, у виробництві – зі спеціалізованих тренажерів і лише потім під'єднувати рекомендаційний шар до SCADA-дашбордів із безпечним режимом. Ефективність залежить від сумісності стандартів (LTI/xAPI, OPC UA/MQTT), якісного логування, керованих політик AI та прозорого моніторингу метрик. У такому підході мультимедіа та AI виступають адаптивним комунікаційним шаром гейміфікованих систем, що одночасно мотивує і підвищує надійність рішень.

Висновки. Гейміфікація через мультимедіа та штучний інтелект є універсальним підходом для освіти й виробництва. Вона діє як керована логіка взаємодії, що адаптує контент і складність завдань під стан користувача, зменшуючи інформаційний шум, підвищуючи мотивацію та знижуючи помилки. Запропонована крос-доменна модель з алгоритмом адаптації (DDA, PCG, рекомендації) поєднує мультимедійний дизайн, дані середовища та політики AI, а її ефективність підтверджується уніфікованими метриками. Перспективи розвитку охоплюють AR/VR, IoT, цифрових двійників і генеративні AI-моделі для створення контенту та контекстних підказок у реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Khaldi, R. Bouzidi та F. Nader, "Gamification of e-learning in higher education: a systematic literature review", *Smart Learn. Environ.*, v. 10, № 1, 2023. doi: 10.1186/s40561-023-00227-z.
- [2] J. J. R. Ruiz, A. D. V. Sanchez, and O. R. B. Figueredo, "Impact of gamification on school engagement: a systematic review," *Frontiers in Education*, vol. 9, 2024, doi: 10.3389/educ.2024.1466926.
- [3] R. E. Mayer and L. Fiorella (eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 3rd ed. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2022, doi: 10.1017/9781108894333
- [4] F. Mortazavi, H. Moradi, and A.-H. Vahabie, "Dynamic difficulty adjustment approaches in video games: a systematic literature review," *Multimedia Tools and Applications*, 2024. doi: 10.1007/s11042-024-18768-x
- [5] S. Saffari, "Harnessing Machine Learning for Procedural Content Generation in Games," *Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 2024. doi: 10.22044/jadm.2025.15016.2603

УДК 004.04; 621.396

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ БЕЗПРОВОДОВИХ КАНАЛІВ ДЛЯ AR/VR ТА ГЕЙМІФІКОВАНИХ ІОТ-СЕРЕДОВИЩ

ПАПРОВИЙ Д.В (spopereshnyak@gmail.com)

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

У роботі розглянуто проблему підвищення завадостійкості безпроводових каналів, що застосовуються в AR/VR-системах та гейміфікованих IoT-середовищах. Запропоновано методику вибору модуляції та згорткового кодування для забезпечення цільових показників BER та мінімізації енергетичних витрат у шумових каналах. У середовищі MATLAB/Simulink створено модель, яка дозволила провести порівняльний аналіз схем BPSK, QPSK, 16QAM та 256QAM у поєднанні зі згортковим кодуванням. Отримані результати підтвердили високу ефективність BPSK для умов із низьким SNR, компромісність QPSK у сценаріях з вимогою низької затримки, а також обмеженість застосування 16QAM та 256QAM у зашумлених каналах. Зроблені висновки дають змогу сформулювати практичні рекомендації для адаптації параметрів зв'язку в інтерактивних AR/VR-застосунках і масштабованих IoT-системах.

Постановка проблеми. Цифрові ігрові екосистеми — від мережевих симуляцій і кіберспорту до AR/VR та гейміфікації освітніх і бізнес-процесів — дедалі частіше працюють «на краю мережі», де зв'язок нестабільний і чутливий до перешкод. Для таких сценаріїв критичними є не

лише середні швидкості, а й гарантії за BER, джитером і затримкою кадру. Традиційний вибір «однієї найкращої» модуляції виявляється неефективним: за шумових чи багатопроменевих умов багатопозиційні схеми різко втрачають стійкість, тоді як прості — не забезпечують цільової пропускної здатності. Необхідна інженерна методика, що поєднує моделювання каналу, вибір модуляції та кодування й надає чіткі порогові рекомендації для різних профілів трафіку (інтерактивний відеопотік, телеметрія, масовий аплоуд тощо).

AR/VR-системи та гейміфіковані IoT-середовища вимагають високої пропускної здатності й мінімальної затримки у передачі даних. Водночас безпроводові канали піддаються впливу шумів, багатопроменевого поширення та завад від суміжних мереж. Це призводить до погіршення якості візуального та сенсорного контенту, появи затримок і втрати синхронізації, що критично для ігрових та освітніх застосунків. Традиційні методи боротьби з перешкодами не забезпечують достатньої ефективності, тому актуальним є використання завадостійких методів модуляції та кодування.

Мета — обґрунтувати вибір модуляції та згорткового кодування для досягнення цільового BER при мінімально необхідному E_b/N_0 в умовах шумових каналів, релевантних AR/VR і гейміфікованим IoT-середовищам.

Завдання дослідження. У рамках роботи вирішувалися такі завдання:

- проаналізувати сучасні методи модуляції та кодування, придатні для AR/VR і IoT-середовищ;
- побудувати модель безпроводового каналу у MATLAB/Simulink із підтримкою різних схем модуляції;
- оцінити вплив шумів на ймовірність бітової помилки (BER) при використанні BPSK, QPSK, 16QAM, 256QAM у поєднанні зі згортковим кодуванням;
- визначити оптимальні методи для сценаріїв із різними вимогами до пропускної здатності та надійності;
- сформулювати рекомендації щодо впровадження у AR/VR та гейміфікованих IoT-системах.

Суть дослідження. Для перевірки завадостійких підходів було розгорнуто модельну схему в середовищі MATLAB із використанням Simulink. До складу стенду входять генератор бітових послідовностей, згортковий кодувальник, модулі формування сигналів для BPSK/QPSK/квадратурної амплітудної модуляції, канал із адитивним білим гаусовим шумом (AWGN), а також демодулятор і декодер Вітербі. Інструментарій BERTool застосовано для побудови характеристик BER як функції відношення E_b/N_0 для кожної зі схем.

Обрання імітаційного підходу дало змогу уникнути витрат, притаманних фізичним експериментам, скоротити час реалізації та отримати відтворювані вимірювання за контрольованих умов, без впливу неврахованих зовнішніх факторів. На такому полігоні коректно порівнювати ефективність різних модуляційних форматів у поєднанні зі згортковим кодуванням і оцінювати їхній внесок у підвищення завадостійкості тракту.

Логіка оброблення даних у моделі є послідовною: сформована бінарна послідовність кодується, модулюється, проходить через AWGN-канал, після чого виконується зворотне перетворення — демодуляція та декодування за алгоритмом максимальної правдоподібності (Вітербі) з подальшим підрахунком помилок. Узагальнену структуру стенду з прикладом гілки для BPSK проілюстровано на рис. 1.

Імітаційний стенд працює так: генератор Бернуллі формує випадкову бінарну послідовність, яка подається на згортковий кодувальник, де за рахунок регістрів зсуву кодується весь потік бітів. Далі сформований потік модулюється (інформація вбудовується у фазу носія) і передається в канал. Після проходження каналу послідовність відновлюється за допомогою просторово-часового декодера відповідно до заданого правила. Наступні етапи — демодуляція, згорткове декодування та порівняння переданих і прийнятих бітів; підсумкове значення похибок реєструється лічильником.

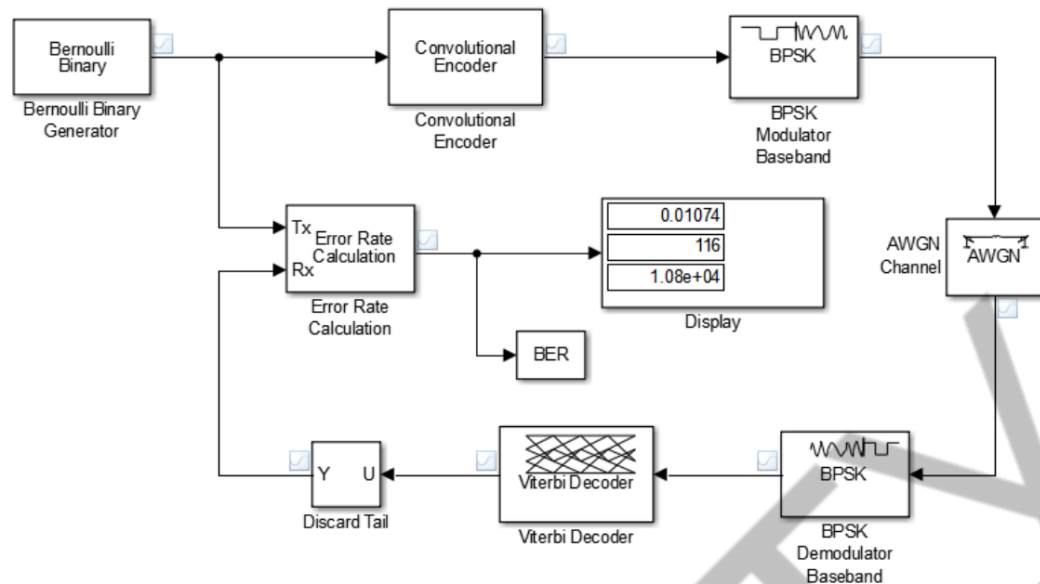


Рис. 1. Модель згорткового кодування з модуляцією BPSK в системі Simulink

В ході моделювання за допомогою інструменту BERTool були отримані залежності E_b/N_0 від BER. На рис. 2 представлені теоретичні залежності для модуляцій BPSK / QPSK, 16QAM, 256QAM.

Результати показали, що:

- BPSK забезпечує найвищу завадостійкість, проте поступається за швидкістю;
- QPSK є компромісним варіантом між швидкістю та стійкістю;
- 16QAM демонструє хорошу пропускну здатність, але вимагає вищого відношення сигнал/шум;
- 256QAM має найнижчу стійкість до завад, що обмежує її використання у шумних каналах AR/VR.

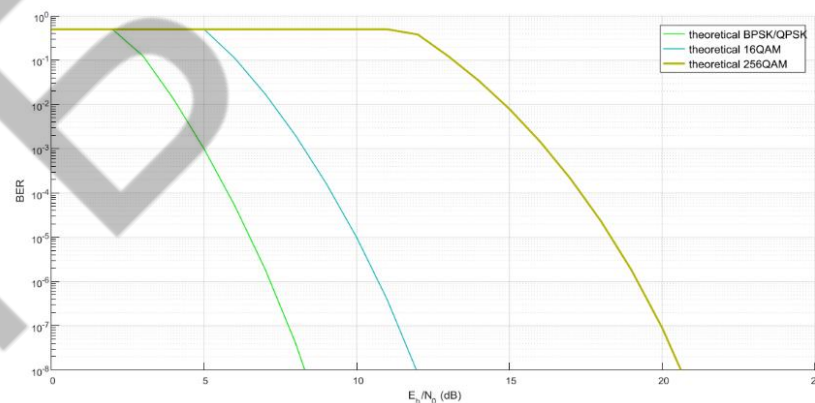


Рис. 2. Теоретичні графіки для модуляцій BPSK / QPSK, 16QAM, 256QAM

Висновки. У роботі досліджена завадостійкість каналу зв'язку за допомогою програмної реалізації в середовищі MATLAB. Результати дослідження показали, що на якість сигналу впливають не тільки зовнішні фактори, але також і вид модуляції, що використовується в приймально-передавальному тракті радіоканалу. Методи багатопозиційної модуляції використовуються для підвищення якості радіосигналу.

Для критичних застосунків AR/VR з вимогою низької затримки оптимально використовувати QPSK у поєднанні зі згортковим кодуванням. У гейміфікованих IoT-середовищах, де пріоритетом

є енергоефективність і масштабованість, доцільним є застосування BPSK та QPSK. Високошвидкісні схеми (16QAM, 256QAM) можуть бути використані лише за умов надійних каналів із високим SNR. Подальші дослідження мають зосередитися на поєднанні завадостійких модуляцій із методами машинного навчання для адаптивного вибору параметрів зв'язку в реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] D. Cirjulina, D. Pikulins, R. Babajans, M. Zeltins, D. Kolosovs, and A. Litvinenko, "Experimental Study on FM-CSK Communication System for WSN," *Electronics*, vol. 11, no. 10, p. 1517, 2022, doi: 10.3390/electronics11101517.
- [2] Z. Salah and E. Abu Eloud, "Enhancing Network Security: A Machine Learning-Based Approach for Detecting and Mitigating Krack and Kr00k Attacks in IEEE 802.11," *Future Internet*, vol. 15, no. 8, p. 269, 2023, doi: 10.3390/fi15080269.
- [3] M. A. Talukder, M. Khalid, and N. Sultana, "A hybrid machine learning model for intrusion detection in wireless sensor networks leveraging data balancing and dimensionality reduction," *Scientific Reports*, vol. 15, Art. no. 4617, 2025. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-87028-1> (accessed Sep. 18, 2025).
- [4] L. Ogiela and M. R. Ogiela, "Cognitive security paradigm for cloud computing applications," *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 32, no. 8, e5316, 2020, doi: 10.1002/cpe.5316.
- [5] M.-L. Zhang and Z.-H. Zhou, "A review on multi-label learning algorithms," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 26, no. 8, pp. 1819–1837, 2014, doi: 10.1109/TKDE.2013.39.

УДК 004.624

ВИКОРИСТАННЯ INCREMENTAL SOURCE GENERATORS ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ СТАТИЧНИХ ПОСИЛАНЬ НА РЕСУРСИ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ПЛАТФОРМІ .NET

ПОЗУР М.Ю., ВОЙТКО В.В.

(mixalchik545@gmail.com, dekanfki@i.ua)

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто використання інструменту Incremental Source Generators у процесі розробки додатків на .NET для генерації статичних посилань на ресурси. Запропоноване рішення дозволяє автоматично генерувати статичні посилання на ресурси, що значно спрощує їх використання.

Вступ

При розробці програмного забезпечення на платформі .NET доволі часто застосовується механізм вбудованих ресурсів платформи [1]. Типовим сценарієм використання таких ресурсів є локалізація програмного застосунку. Одним із вагомих недоліків цього підходу є те, що всі посилання на ресурси є динамічними, тобто для доступу використовується об'єкт типу даних String, що містить назву ресурсу. Це унеможливує використання статичного аналізу коду для перевірки існування самого ресурсу. Для вирішення цієї проблеми можна використовувати інструменти метапрограмування [2] для аналізу файлів ресурсів та генерації відповідних статичних посилань.

Використання Incremental Source Generators для генерації статичних посилань

Одним із ключових інструментів платформи .NET для генерації вихідного коду є Incremental Source Generators [3, 4]. Цей інструмент дозволяє аналізувати не лише вихідний код, а й інші файли, що тим чи іншим чином беруть участь у процесі компіляції. Далі на основі такого аналізу відбувається генерація вихідного коду, який додається до компіляції [5] (рис.1). Окрім генерації на

етапі компіляції, Incremental Source Generators також працюють як аналізатори коду, що дозволяє їм реагувати на зміни у файлах.

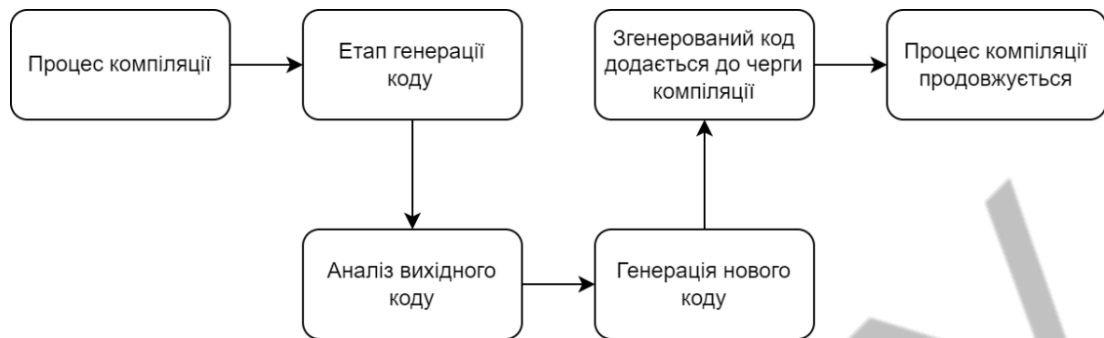


Рисунок 1 – Загальна схема роботи Incremental Source Generators

Для генерації статичних посилань такий генератор коду має знаходити файли ресурсів, зчитувати їх та генерувати відповідні статичні властивості. Для цього, в першу чергу, необхідно визначити, в якому класі міститимуться всі необхідні посилання та для якого набору ресурсів відбуватиметься генерація. Найбільш доречним тут буде використання атрибуту метаданих, яким позначатиметься `partial` клас, в який додаватимуться відповідні статичні посилання. Для визначення набору ресурсів такий атрибут метаданих в якості аргументу конструктора може приймати шлях до файлу, що містить необхідні ресурси.

Таким чином, генератор коду має:

1. Знайти всі класи, яким присвоєно відповідний атрибут метаданих.
2. Використовуючи параметр конструктора такого атрибуту метаданих, отримати інформацію про файл, що містить необхідні ресурси.
3. Зчитати файл та в залежності від його формату отримати всі ключі відповідних ресурсів.
4. Згрупувати дані таким чином, щоб об'єкт містив інформацію про клас, в який мають додаватися посилання, та ключі ресурсів, які додаються.
5. Для кожного такого об'єкту згенерувати відповідний файл вихідного коду.

Такий порядок дій пов'язаний з особливостями Incremental Source Generators, що використовує конвеєр перетворень вхідних даних перед генерацією. Це дозволяє не лише відбирати необхідні набори даних для генерації, а й використовувати механізм кешування [6], для того, щоб уникати зайвих генерацій. Приклад генерації коду для об'єкту, отриманого в результаті роботи такого конвеєра перетворень, зображено на рисунку 2.

```

var sb = new StringBuilder();

var ns = descriptor.TargetType.ContainingNamespace.ToDisplayString();
var className = descriptor.TargetType.Name;

sb.AppendLine($"namespace {ns}");
sb.AppendLine("{");
sb.AppendLine($"\tpublic static class {className}");
sb.AppendLine("\t{");

foreach(var key in descriptor.ResourceKeys)
{
    var propName = ToPropertyName(key);
    sb.AppendLine($"\t\t\tpublic static string {propName} {{get; set;}}");
}

sb.AppendLine("\t");
sb.AppendLine("}");
  
```

Рисунок 2 – Приклад коду генерації статичних посилань на ресурси

Висновки

Таким чином, інструмент Incremental Source Generators можна використовувати для генерації статичних посилань на ресурси, що дозволить спростити їх використання в коді програмного застосунку та сприятиме зменшенню логічних помилок за рахунок можливості використання статичного аналізатора коду для валідації імен ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Resources in .NET [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/core/extensions/resources>.
2. Hazzard K. Metaprogramming in .NET / K. Hazzard, J. Brock., 2013. – 360 с.
3. Source Generators [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/roslyn-sdk/source-generators-overview>.
4. Incremental Generators [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/dotnet/roslyn/blob/main/docs/features/incremental-generators.md>.
5. Introducing C# Source Generators [Електронний ресурс] / Phillip Carter. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://devblogs.microsoft.com/dotnet/introducing-c-source-generators/>.
6. Dotnet Source Generators in 2024 [Електронний ресурс] / Jonathan Owens. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://posts.specterops.io/dotnet-source-generators-in-2024-part-1-getting-started-76d619b633f5>.

УДК 004.8:004.67

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ КОЛЕКЦІЙНИХ ДАНИХ У КОНТЕКСТІ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ТА ЦИФРОВИХ СЕРЕДОВИЩ

ПОПЕРЕШНЯК Д.І (spopereshnyak@gmail.com)

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Робота присвячена інтелектуальним підходам до аналізу, класифікації та рекомендацій у системах управління колекціями, що функціонують у цифрових і гейміфікованих середовищах. Мета дослідження — підвищити ефективність роботи з різнорідними даними шляхом інтеграції мультимодальних векторних подань, композитних метрик подібності, механізмів дедуплікації та гібридних рекомендаційних моделей. Запропонована архітектура забезпечує зменшення надлишковості, зростання точності класифікації й релевантності рекомендацій, водночас зберігаючи масштабованість системи. Результати свідчать про універсальність підходу та його придатність для освітніх, медіа- та корпоративних застосувань.

Постановка проблеми. У сучасних цифрових середовищах відбувається стрімке зростання обсягів колекційних даних, що охоплюють освітні ресурси, мультимедійний контент, ігрові артефакти та інтерактивні медіа. Використання гейміфікації та інноваційних механік підсилює цю тенденцію, адже користувачі активно генерують нові дані, взаємодіють між собою та з системами. Традиційні інструменти управління не забезпечують достатнього рівня аналітики, автоматичної класифікації та персоналізації. Це зумовлює потребу у застосуванні інтелектуальних технологій, здатних обробляти різнорідні мультимодальні дані та формувати персоналізовані рекомендації.

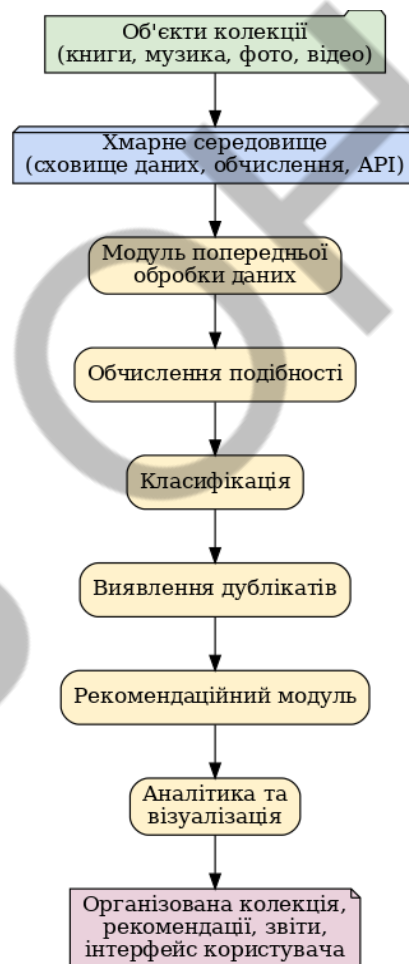
У цій роботі пропонується модель інтелектуальної системи, здатної працювати з колекціями різної природи (фізичні об'єкти, цифрові файли, мультимедійні ресурси). В основу моделі покладено поєднання кількох підходів: метрик подібності, методів багатоміткової класифікації та алгоритмів рекомендацій. Така інтеграція дозволяє не тільки структурувати колекцію, а й автоматично виявляти дублікати, пропонувати нові зв'язки між елементами та формувати персоналізовані рекомендації.

Завдання дослідження. У рамках роботи вирішувалися такі завдання:

- аналіз існуючих підходів до організації та класифікації колекцій у цифрових ігрових та освітніх середовищах;
- формалізація моделі об'єктів колекції з урахуванням мультимодальних ознак (числових, текстових, візуальних, категоріальних);
- розробка методів обчислення подібності та багатоміткової класифікації;
- створення механізму виявлення дублікатів та надлишкових записів;
- інтеграція рекомендаційної підсистеми для підтримки гейміфікованих сценаріїв та цифрових середовищ.

Суть дослідження. Запропонована модель інтегрує декілька ключових компонентів: формалізацію мультимодальних даних у вигляді векторних подань, застосування композитних метрик для обчислення подібності, багатоміткову класифікацію та механізми виявлення дублікатів. Особлива увага приділена рекомендаційним системам, які в контексті гейміфікації дозволяють формувати персоналізовані сценарії взаємодії користувача з колекціями.

Для кращого розуміння структури запропонованої системи на рисунку подано її узагальнену архітектурну модель (рис. 1). Схема відображає послідовність етапів роботи системи — від введення об'єктів колекції та їх збереження у хмарному середовищі до формування результатів для користувача у вигляді організованої колекції, рекомендацій та аналітичних звітів.



*

Рисунок 1. Узагальнена модель інтелектуальної системи управління колекціями у хмарному середовищі*

Таким чином, представлена архітектурна модель відображає інтеграцію математичних підходів у єдине хмарне середовище, яке забезпечує масштабованість, ефективність та зручність роботи з колекціями.

У дослідженні використано як реальні мультимедійні набори (цифрові книги, музика, ігрові дані), так і синтетично згенеровані колекції, що дозволило оцінити ефективність моделей у різних масштабах. Результати підтвердили, що застосування інтелектуальних методів (нейронні мережі

для аналізу зображень, BERT для текстів, кластеризаційні алгоритми для дедуплікації) забезпечує точну класифікацію, релевантні рекомендації та збереження продуктивності при збільшенні обсягів даних.

Висновки. Запропонована модель інтелектуальних технологій аналізу та класифікації колекційних даних довела свою ефективність у цифрових середовищах, що поєднують освітні, ігрові та мультимедійні сценарії. Вона забезпечує інтегроване вирішення завдань аналізу подібності, класифікації, дедуплікації та рекомендацій, що підвищує якість управління колекціями. Експерименти підтвердили здатність системи забезпечувати точність класифікації, надійність у виявленні дублікатів та релевантність рекомендацій при збереженні високої продуктивності навіть за великих обсягів даних. Це доводить її практичну придатність для застосування як у приватних колекціях, так і в масштабних інформаційних інфраструктурах.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання моделі як у гейміфікованих освітніх системах, так і у медіаплатформах чи ігрових середовищах. Перспективи подальших досліджень пов'язані з інтеграцією методів глибинного навчання та розширенням можливостей рекомендаційних механізмів для складних цифрових екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] R. Kaur, A. Singh, and P. Singh, "Data deduplication techniques for efficient cloud storage management: A systematic review," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 80, pp. 1–19, 2017, doi: 10.1016/j.jnca.2016.12.019.
- [2] L. Ogiela and M. R. Ogiela, "Cognitive security paradigm for cloud computing applications," *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 32, no. 8, e5316, 2020, doi: 10.1002/cpe.5316.
- [3] A. Roy, "Recommender systems: Algorithms, challenges, and trends," *Journal of Big Data*, vol. 9, no. 1, pp. 1–32, 2022, doi: 10.1186/s40537-022-00592-5.
- [4] M.-L. Zhang and Z.-H. Zhou, "A review on multi-label learning algorithms," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 26, no. 8, pp. 1819–1837, 2014, doi: 10.1109/TKDE.2013.39.
- [5] F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, Eds., *Recommender Systems Handbook*, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer, 2015, doi: 10.1007/978-1-4899-7637-6.

УДК 004.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ SEO НА ТРАФІК САЙТУ ТА ПЛАНУВАННЯ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ ДЛЯ ПУБЛІКАЦІЇ СТАТЕЙ

ПРОЦИК Д.В. (dimaprocik2001@gmail.com)
Луцький національний технічний університет

У роботі розглянуто вплив пошукової оптимізації (SEO) на збільшення відвідуваності веб-ресурсів та представлено план розробки модуля для публікації статей. Запропонований підхід має на меті спростити адміністрування контенту та покращити SEO-показники сайту без втручання в програмний код.

Ключові слова: SEO, модуль публікації, контент, оптимізація, трафік.

Сучасні веб-ресурси спортивних клубів відіграють роль не лише інформаційних платформ для користувачів, а й ефективних інструментів просування бренду та залучення нових клієнтів. Одним із головних чинників успіху таких сайтів є їхня видимість у пошукових системах. Саме тому SEO-оптимізація стає необхідною умовою для забезпечення стабільного зростання трафіку. Водночас процес регулярного оновлення контенту часто є проблемним, оскільки вимагає спеціальних технічних знань або постійного залучення програмістів. Це ускладнює роботу адміністраторів, знижує оперативність у публікації новин та негативно впливає на ефективність SEO.

Метою роботи є створення модуля, що дозволить додавати та редагувати статті без зміни програмного коду сайту. Для досягнення цієї мети визначено такі завдання: створення зручного інтерфейсу адміністративної панелі; автоматичне збереження статей у базі даних; обробка зображень (зменшення розміру, обрізання, оптимізація); автоматичне формування прев'ю для публікацій; інтеграція елементів штучного інтелекту для генерації або редагування текстів; аналіз впливу модуля на SEO-показники після впровадження.

Оскільки розробка перебуває на стадії планування, кінцеві результати ще не отримані. Проте очікується, що впровадження модуля забезпечить: спрощення адміністрування сайту; регулярне оновлення контенту; покращення SEO-позицій; зростання органічного трафіку; підвищення індексації сторінок у пошукових системах.

Розробка модуля передбачає застосування клієнт-серверної архітектури з чітким розподілом функціональних компонентів. Інтерфейс адміністратора реалізується у вигляді веб-форми, яка дозволяє вводити текст статей, додавати зображення та редагувати раніше опубліковані матеріали. Збереження даних здійснюється у базі даних, де кожна стаття має власний ідентифікатор, заголовок, текстову частину, зображення та метадані (ключові слова, опис). Обробка зображень відбувається автоматично: система виконує оптимізацію їх розміру, зменшення ваги файлів та формування мініатюр для попереднього перегляду. Додатково передбачено інтеграцію елементів SEO-оптимізації, зокрема автоматичне створення мета-опису, генерацію зрозумілих URL-адрес та ключових тегів. Важливою особливістю також є застосування алгоритмів штучного інтелекту, які допомагають у формуванні заголовків і коротких анотацій, що сприяє підвищенню релевантності сторінок у пошукових системах.

Після завершення розробки планується провести тестування на реальному сайті спортивного клубу. У ході експерименту буде оцінено зручність користування модулем, швидкість публікації матеріалів, зміни у трафіку та відображення сайту у пошукових системах. Отримані результати дозволять зробити висновки щодо ефективності розробки та перспектив її подальшого вдосконалення.

Створення модуля для публікації статей є актуальним завданням у контексті підвищення SEO-ефективності сайту. Запропоноване рішення дозволить автоматизувати процес роботи з контентом, підвищити зручність адміністрування та позитивно вплинути на видимість ресурсу в пошукових системах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] R. Fishkin, The Beginner's Guide to SEO. Moz. [Online]. Available: <https://moz.com/beginners-guide-to-seo>
- [2] M. Cutts, Search Engine Optimization Starter Guide. Google. [Online]. Available: <https://support.google.com/webmasters/answer/7451184>
- [3] J. N. Robbins, Learning Web Design. O'Reilly Media, 2018.

УДК 004.032.26

АРХІТЕКТУРА УНІФІКОВАНОГО ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ СПІЛЬНОГО АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО ПРОЄКТУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ

ПРОЧУХАН Д.В (dprochuhan@gmail.com)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Розглянуто проблему неефективності традиційних послідовних методологій проектування нейромережевих систем для ресурсо-обмежених платформ. Проаналізовано ключові недоліки існуючих підходів. Запропоновано фреймворк, що має багаторівневу модульну архітектуру, яка складається з центрального обчислювального ядра та допоміжних підсистем забезпечення. Ядро реалізовано у вигляді конвєсра з трьох модулів: адаптивної генерації даних, конфігурування апаратно-орієнтованої архітектури та ітераційної структурно-параметричної оптимізації.

Допоміжні підсистеми відповідають за керування експериментами, розгортання та валідацію моделей на цільовому обладнанні. Результатом є цілісна комп'ютерна система, що дозволяє створювати високопродуктивні та енергоефективні нейромережеві рішення.

Постановка завдання. Сучасний розвиток штучного інтелекту, зокрема глибоких нейронних мереж, ставить складні виклики при їх розгортанні на пристроях з обмеженими обчислювальними ресурсами, таких як мобільні телефони, вбудовані системи та пристрої Інтернету речей (IoT). Класичні методології розробки передбачають послідовну та ізольовану оптимізацію програмної та апаратної частин. Такий підхід демонструє свою неефективність. Модель, показує високу точність на етапі розробки, суттєво втрачає продуктивність після апаратної оптимізації. Ця проблема обумовлює необхідність переходу до інтегрованих методологій.

Суть дослідження. Одним із ключових рішень є спільне апаратно-програмне проектування. розглядає життєвий цикл моделі як єдиний, наскрізний процес. Метою даної роботи є аналіз загальної архітектури уніфікованого фреймворку, створеного для реалізації такого системного підходу, що дозволяє проектувати ефективні нейромережеві системи для ресурсо-обмежених платформ. Традиційний процес розробки нейромереж є фрагментованим. Етапи підготовки даних, проектування архітектури та апаратної оптимізації виконуються послідовно [1]. Це створює низку критичних проблем. Перша проблема - деградація точності при постобробці. Модель, навчена у форматі високої точності може зазнати катастрофічного падіння якості після низькобіткової квантизації, оскільки її архітектура не була розрахована на таку оптимізацію [2]. Друга проблема - неефективне використання апаратних прискорювачів. Якщо архітектура моделі містить операції, що не підтримуються цільовим нейронним процесором, їх виконання перекладається на менш продуктивний центральний процесор. Це нівелює всі переваги від використання спеціалізованого обладнання. Ці недоліки підкреслюють, що локальна оптимізація на кожному окремому етапі не гарантує глобальної ефективності кінцевого рішення. Єдиним шляхом до створення дійсно продуктивних систем є інтегрований підхід, де вибір архітектури, процес навчання та методи оптимізації тісно пов'язані з апаратними можливостями цільової платформи [3]. Саме для реалізації цієї концепції був розроблений уніфікований фреймворк. Запропонований фреймворк має модульну, багаторівневу структуру, що дозволяє ефективно керувати процесом проектування. Архітектура складається з центрального ядра та допоміжних підсистем. Центральне ядро (функціональна підсистема обробки) - це обчислювальний конвеєр, що реалізує основний метод проектування і складається з трьох послідовних модулів. Модуль адаптивної генерації даних відповідає за підготовку та аугментацію навчальних даних, враховуючи специфіку задачі. Модуль конфігурування базової архітектури дозволяє вибирати та налаштовувати апаратно-орієнтовані архітектури. Модуль ітераційної оптимізації здійснює стиснення та прискорення моделі за допомогою структурно-параметричних методів. Допоміжні підсистеми забезпечення оточують ядро, забезпечуючи керованість та відтворюваність експериментів:

Підсистема управління даними та експериментами забезпечує зберігання навчених моделей та конфігурацій, відслідковування значень метрик. Підсистема розгортання та валідації компілює оптимізовані моделі у формат, сумісний з цільовими платформами, проводить їх тестування на реальному обладнанні. Інтерфейсна підсистема надає стандартизовані засоби (API, конфігураційні файли) для взаємодії з фреймворком. Така структура дозволяє автоматизувати складний процес спільного проектування, роблячи його системним та керованим.

Висновки. Аналіз загальної архітектури уніфікованого фреймворку демонструє його відповідність викликам сучасного машинного навчання для ресурсо-обмежених платформ. Перехід від послідовного, процесу розробки до інтегрованої методології спільного апаратно-програмного проектування є ключовим для досягнення максимальної ефективності.

Запропонована багаторівнева архітектура, що складається з обчислювального ядра та допоміжних підсистем, створює цілісну екосистему для проектування. Вона дозволяє не лише автоматизувати процеси генерації даних, вибору архітектури та її оптимізації, але й забезпечує керованість, відтворюваність та валідацію рішень на реальному обладнанні. Фреймворк є потужним інструментом для створення високопродуктивних та енергоефективних нейромережевих систем, оптимізованих для конкретних апаратних платформ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cai H., Zhu, L., Han, S. (2018). ProxylessNAS: Direct Neural Architecture Search on Target Task and Hardware. arXiv preprint arXiv:1812.00332.
2. Jacob, B., Kligys, S., Chen B., Zhu M., Tang M., Howard, A. (2018). Quantization and training of neural networks for efficient integer-arithmetic-only inference. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. pp. 2704-2713.
3. Venkataramani, S. (2021). Efficient AI hardware-software co-design from a software and compiler perspective. 2021 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM).

УДК 004.032.26

АПАРАТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ МЕТОД ПРОЄКТУВАННЯ ГІБРИДНИХ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ АРХІТЕКТУР

ПРОЧУХАН Д.В (dprochuhan@gmail.com)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Запропоновано апаратно-орієнтований метод до проєктування гібридних нейромережєвих архітектур. Наведений метод дозволяє досягти оптимального балансу між точністю, обчислювальною ефективністю та енергоспоживанням. Розглянуто методи інтеграції операторів комп'ютерного зору в легкі згорткові мережі, такі як EfficientNet, для створення спеціалізованих та оптимізованих моделей. Запропоновані моделі долають розрив між високою обчислювальною складністю глибоких нейронних мереж та обмеженими ресурсами периферійних обчислювальних платформ.

Постановка завдання. Сучасні глибокі нейронні мережі демонструють видатні результати у широкому спектрі задач, проте їх розгортання на ресурсо-обмежених платформах є непростим завданням [1][2]. Основною проблемою є надмірна кількість параметрів, висока обчислювальна складність та значне енергоспоживання. Класичні методи оптимізації є етапами постобробки, що часто призводять до деградації якості. Це актуалізує необхідність у спільному апаратно-програмному проєктуванні, де архітектура моделі проєктується з урахуванням можливостей та обмежень цільових апаратних прискорювачів.

Суть дослідження. Традиційні згорткові нейронні мережі ефективно вивчають ієрархічні ознаки, але можуть бути надмірно ресурсомісткими для аналізу специфічних патернів (текстури, контури), вимагаючи значної глибини або ширини. Для вирішення цієї проблеми пропонується гібридизація – інтеграція в архітектуру згорткові нейронну мережу легких, але семантично насичених функціональних блоків, що базуються на класичних алгоритмах комп'ютерного зору. Наведемо переваги, які забезпечує цей підхід. Перша перевага - замість того, щоб мережа шукала фільтри для текстур чи контурів, інтегровано вже відомі, ефективні оператори. Друга перевага - скорочення обчислювального навантаження. Зменшення кількості параметрів безпосередньо впливає на швидкість інференсу та енергоспоживання. Третя перевага – оптимізація. Використовуються базові мережі, які розроблені з урахуванням особливостей сучасних систем, та інтеграція операторів, що можуть бути ефективно реалізовані на апаратному рівні. Метод базується на модульному інженерному проєктуванні, де до апаратно-орієнтованої базової згорткової мережі інтегруються функціональні блоки. Вони реалізують класичні оператори комп'ютерного зору. Застосовано ранню інтеграцію ознак, обчислювальна легкість операторів, попередньо навчених апаратно-орієнтованих згорткові нейронні мережі. В рамках дослідження було спроектовано дві гібридні архітектури на базі EfficientNetB3. Перша створена гібридна нейромережа - спектрально-просторова гібридна модель. Вона інтегрує вихід логарифмічного амплітудного спектру 2D-FFT в якості додаткових каналів до ознак EfficientNetB3. Вказаний механізм дозволяє ефективно виділяти текстурні та періодичні патерни (судинна мережа на фонус-зображеннях). Застосування FFT є обчислювально ефективним завдяки можливості паралелізації та використання SIMD-інструкцій. Друга створена нейромережа - структурно-

просторова гібридна модель з використанням оператора Canny. Вона конкатенує зображення контурів, отримане за допомогою оператора Canny, до вхідного тензора EfficientNetB3. Наведений механізм підвищує чутливість мережі до тонких структурних змін. Алгоритм Canny є обчислювально легким і може бути реалізований апаратно або через оптимізовані бібліотеки комп'ютерного зору, що мінімізує навантаження.

Висновки. Запропонований апаратно-орієнтований метод до проєктування гібридних нейромережових архітектур демонструє високу перспективність для створення ефективних систем штучного інтелекту, що розгортаються на ресурсо-обмежених платформах. Інтеграція спеціалізованих операторів комп'ютерного зору дозволяє підвищити точність та робастність моделі при одночасному зменшенні її обчислювальної складності, що є критичним для застосувань у мобільній та вбудованій медицині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Venkatesh G., Kumar, A. (2020). Hardware-Software Co-Design for Deep Learning Accelerators: A Survey. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology.
2. Han S., Mao H., Dally, W. J. (2016). Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding. ICLR.

УДК 004.8:004.932.2

МЕТОД ВІЗУАЛЬНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ВІДНОШЕНЬ «ОБ'ЄКТ-СУБ'ЄКТ» ДЛЯ АНАЛІЗУ ДОРОЖНІХ СЦЕН

ПРУС Б.В., РАКИТЯНСЬКА Г.Б. (bohdan.prus.vntu@gmail.com, rakit@vntu.edu.ua),
Вінницький національний технічний університет

У роботі розглянуто метод аналізу дорожніх сцен на основі парадигми «об'єкт–суб'єкт–відношення». Запропонований підхід поєднує результати виявлення об'єктів із оцінкою відстаней між ними, що дозволяє класифікувати взаємодії як безпечні, небезпечні або невизначені. Таблиця прототипів узагальнює ключові об'єкти дорожніх сцен (пішоходи, транспортні засоби, велосипеди) та їхні відношення. Наведено приклад аналізу сцени із велосипедистами та пішоходами на світлофорі. Запропонований метод може бути використаний у системах інтелектуального транспорту та мобільних додатках для моніторингу безпеки руху.

Сучасні інтелектуальні системи аналізу відео здатні ефективно виявляти об'єкти [1], [2], проте їм часто бракує можливостей для семантичного розуміння взаємодії між ними. Концепція «об'єкт–суб'єкт–відношення» дозволяє описати не лише окремі об'єкти (людина, велосипед, автомобіль), але й просторові відношення між ними [3].

Для уточнення просторових взаємодій вводиться критерій оцінки відстані, який класифікується на три рівні: безпечна, небезпечна, невизначена. На основі цього формується таблиця прототипів, яка може використовуватись для подальшого аналізу сцен. У табл. 1 наведено результати класифікації дорожніх сцен на основі аналізу відношень «об'єкт–суб'єкт–контекст». Для кожної сцени визначено:

- Передній план (об'єкт, суб'єкт) – основні об'єкти у фокусі (пішоходи, автомобіль);
- Задній план (контекст) – фонове оточення (будівлі, тротуар, автомобілі);
- Відношення – опис просторової взаємодії між об'єктами;
- Відстань – відносна відстань між об'єктами, виражена у частках від розміру кадру (далеко >0.2 ; середня $0.1-0.2$; близько <0.1);
- Кінцева оцінка безпеки сцени (безпечна, небезпечна, підозріла).

Такий підхід дозволяє не лише виявляти об'єкти, а й враховувати їхні просторові зв'язки. Наприклад, навіть за наявності автомобіля та пішохода оцінка може бути «безпечна», якщо вони розділені тротуаром і мають велику дистанцію, або ж «небезпечна», якщо пішохід перетинає траєкторію автомобіля.

Таблиця 1 – Результати класифікації дорожніх сцен за критерієм безпеки

Клас (сцена)	Передній план (об'єкт, суб'єкт)	Задній план (контекст)	Відношення (де/як)	Відстань	Кінцева оцінка
підозріла	людина (0.5–0.9)	автомобіль (0.9)	людина біля автомобіля	середня дистанція (~0.1–0.2 кадру)	підозріла
безпечна	велосипед (0.6), людина (0.6)	будівлі (0.8), тротуар (0.7)	велосипед + людина на задньому плані	далеко (>0.2 кадру)	безпечна
безпечна	люди (>3, 0.6–0.9)	Фасад будівлі (0.8)	група людей іде по тротуару	далеко (>0.2 кадру)	безпечна
небезпечна (потенційно)	людина (0.5–0.7)	автомобіль (0.9)	людина попереду переходить до авто	близько (<0.1 кадру)	небезпечна

Приклад: на рис. 1 зображено сцену, де велосипедистка рухається перехрестям. У даному випадку основними об'єктами є людина та велосипед, а контекст — міська інфраструктура та проїжджа частина. Відстань до інших учасників руху не деталізується, проте сама ситуація демонструє ключову ідею: взаємодія об'єктів може бути описана через відношення «об'єкт–суб'єкт–контекст». Для кожної пари об'єктів було розраховано відстань між центрами їхніх bounding boxes. Такий аналіз підтверджує доцільність введення метрики відстані для більш точної оцінки ризиків на дорозі.

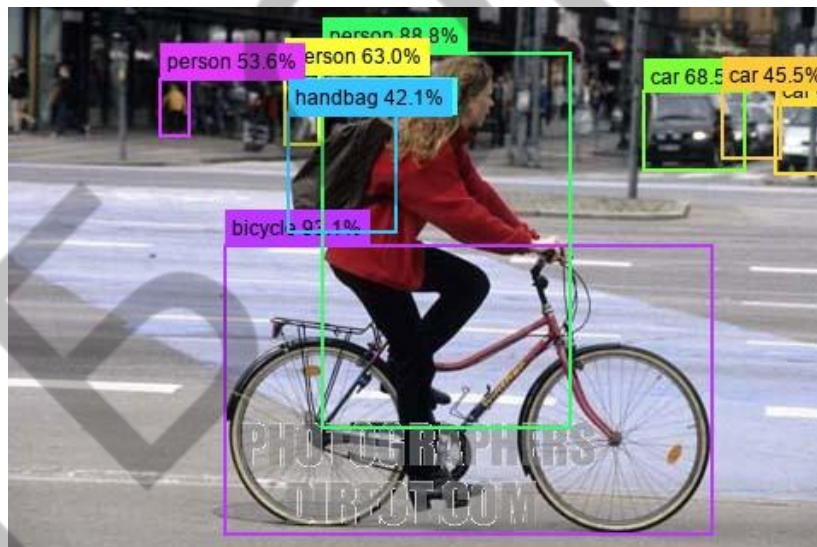


Рисунок 1 – Приклад дорожньої сцени

Важливим елементом аналізу є урахування контексту сцени. Наприклад, наявність тротуару, будівель або дорожніх обмежень формує додаткові умови для інтерпретації безпеки взаємодій. Так, пішоходи, які йдуть уздовж фасаду будівлі, вважаються у відносно безпечній зоні, навіть за наявності транспортних засобів неподалік. У свою чергу, відсутність чітко визначеного контексту може призвести до класифікації сцени як «невизначеної».

Таким чином запропонований метод дозволяє інтегрувати класичне розпізнавання об'єктів [1], [2] із семантичним аналізом просторових зв'язків. Це підвищує інформативність оцінки дорожніх сцен та може бути використано в системах допомоги водію. Подальші дослідження спрямовані на удосконалення алгоритмів оцінки відстаней та навчання моделей на реальних дорожніх даних [3], [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J. Redmon and A. Farhadi, "YOLOv3: An Incremental Improvement," arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.
2. W. Liu et al., "SSD: Single Shot MultiBox Detector," in European Conference on Computer Vision (ECCV), Springer, 2016, с. 21–37.
3. A. Dosovitskiy et al., "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," arXiv preprint arXiv:2010.11929, 2020.
4. R. Girshick, "Fast R-CNN," in IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015, с. 1440–1448.
5. Z. Chen, T. Lv, and Y. Liu, "Pedestrian and Vehicle Interaction Analysis for Intelligent Transportation Systems," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 4, с. 3451–3463, Квітень. 2022.

УДК 681.3.07

МЕТОД АНАЛІЗУ ВІДНОСИН «МОДУЛЬ–СЕРВІС–КОНТЕКСТ» ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНОРЕПОЗИТОРІВ У ВЕБ-РОЗРОБЦІ

ПРУС О.В., МАЙДАНЮК В.П. (oleh.prus.vntu@gmail.com, maidaniuk2000@gmail.com),
Вінницький національний технічний університет

У роботі розглянуто метод організації та аналізу монорепозиторіїв у веб-розробці на основі парадигми «module–service–context». Запропонований підхід поєднує структурування коду з оцінкою взаємозв'язків між модулями, що дозволяє класифікувати інтеграції як стабільні, проблемні або невизначені. Таблиця прототипів узагальнює ключові компоненти сучасних фронтенд-систем (UI-бібліотеки, сервіси даних, інфраструктурні утиліти) та їхні відношення. Наведено приклад аналізу інтеграції бібліотеки UI-компонентів та бізнес-сервісів у спільному середовищі. Запропонований метод може бути використаний у системах керування розробкою та інструментах безперервної інтеграції.

Сучасні інструменти керування кодом (Nx, Turborepo) здатні ефективно будувати залежності між модулями, проте їм часто бракує можливостей для семантичного розуміння контексту цих взаємодій. Концепція «module–service–context» дозволяє описати не лише окремі частини проєкту (модулі, сервіси), але й логічні відношення між ними.

Для уточнення інтеграцій вводиться критерій оцінки зв'язку, який класифікується на три рівні: стабільний, ризикований, невизначений. На основі цього формується таблиця прототипів, яка може використовуватись для подальшого аналізу архітектури. У табл. 1 наведено результати класифікації модульних взаємодій на основі аналізу відношень «модуль–сервіс–контекст» [1, 2]. Для кожної взаємодії визначено:

- Front (module, service) – основні модулі у фокусі (наприклад, ui-components, auth-service);
- Back (context) – інфраструктурне оточення (білд-система, CI/CD, спільні бібліотеки);
- Relation – опис логічної інтеграції між модулями;
- Dependency Strength – відносна “відстань” між модулями, виражена у рівні їхньої зв’язаності (низька >0.2; середня 0.1–0.2; висока <0.1);
- Final Evaluation – кінцева оцінка стабільності (stable, risky, suspect).

Такий підхід дозволяє не лише відслідковувати залежності, а й оцінювати їх у контексті архітектурної цілісності. Наприклад, навіть при наявності спільної бібліотеки й сервісу, інтеграція може вважатись “стабільною”, якщо залежність абстрагована через інтерфейс, або ж “ризикованою”, якщо модуль напряму імпортує внутрішні реалізації іншого.

Додатковим чинником є контекст використання, який впливає на оцінку стабільності інтеграції. Один і той самий зв'язок між модулями може бути класифікований по-різному залежно від оточення. Наприклад, у межах внутрішнього feature-module пряма залежність може бути

прийнятною, тоді як у міждоменній взаємодії (наприклад, між auth-service та ui-components) вона розглядається як ризикована. Це підкреслює необхідність враховувати не лише топологію графа залежностей, а й семантичну роль модулів у репозиторії.

Важливо також відстежувати динамічні зміни у зв'язках, оскільки розвиток системи призводить до трансформації ролі окремих компонентів. Модуль, який на ранніх етапах мав статус допоміжного, з часом може стати “точкою концентрації” залежностей. Така еволюція створює передумови для технічного боргу та потребує своєчасного рефакторингу [1, 2].

Ще одним аспектом є асиметричність зв'язків. У практиці веб-розробки часто трапляються ситуації, коли модуль А залежить від модуля В, але не навпаки. Якщо такий зв'язок реалізовано через інтерфейси або API-шари, він залишається стабільним. Натомість циклічні залежності (двосторонні імпорти) створюють серйозні ризики, оскільки ускладнюють оновлення та тестування системи.

З точки зору підтримки монорепозіторію, корисним є введення метрик моніторингу архітектури. До них можна віднести кількість транзитивних залежностей, індекс повторного використання (reuse index), а також коефіцієнт зміни (change rate). Автоматичний збір і візуалізація таких метрик дозволяє команді швидко виявляти “гарячі зони” і приймати обґрунтовані рішення щодо рефакторингу.

Таблиця 1 – Класифікація інтеграцій у монорепозіторії за архітектурними критеріями

Тип інтеграції	Модулі / сервіси	Тип залежності	Рівень абстракції	Потенційний ризик	Рекомендовані дії
Domain-to-Domain	payments → orders	Пряма (імпорт внутрішніх класів)	Низький	Високий	Винести контракти в shared-core, усунути циклічність
Domain-to-Shared	dashboard → charts-lib	Через API (public interface)	Високий	Низький	Дозволено, підтримувати стабільність API
Shared-to-Shared	ui-components → theme-provider	Конфігураційна залежність	Середній	Середній	Документувати залежність, контролювати через CI
Feature-to-Infra	auth-service → logging	Використання інфраструктурних утиліт	Високий	Низький	Прийнятно, рекомендується спільна бібліотека

Значну роль відіграє й контроль доступу до загальних бібліотек. Якщо shared-core містить лише стабільні контракти та моделі даних, ризики мінімізуються. Однак надмірне винесення бізнес-логіки в shared призводить до щільного переплетення між командами та втрати автономності модулів. Це явище відоме як erosion of modularity і вимагає чіткого дотримання правил проєктування [3].

У сучасних практиках DevOps метод «module–service–context» може бути інтегрований у пайплайни CI/CD. Наприклад, при кожному коміті система аналізує граф залежностей і автоматично визначає, які тести потрібно запускати. Це не лише оптимізує час збірки, а й створює додатковий рівень гарантії стабільності архітектури [4].

Таким чином, запропонований підхід дозволяє інтегрувати класичний аналіз залежностей із семантичним розумінням архітектурних відношень. Це підвищує якість управління кодовою базою, спрощує масштабування команди та знижує ризики деградації архітектури. Приклад класифікації модульних інтеграцій наведено у таблиці 1.

Введення критерію Dependency Strength у поєднанні з класифікацією за типами інтеграцій дає можливість більш глибоко оцінювати архітектурну цілісність системи. Це дозволяє ідентифікувати як стабільні зв'язки, так і проблемні області, що можуть спричинити технічний борг. Запропонований метод може бути інтегрований у CI/CD процеси для автоматичного

моніторингу стану архітектури. Це створює умови для безперервного контролю стабільності коду та знижує ризики деградації системи в процесі її еволюції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Prus, O.V., Maidaniuk, V.P., & Arseniuk, I.R. (2024) March analysis of tools for multiproject environments management: Optimization of the software development. Scientific Works of VNTU, 1, 29-36. doi: 10.31649/2307-5376-2024-1-29-36.
2. Prus, O., & Maidaniuk, V. (2025). Optimising web interface performance using Amdahl's law. Bulletin of Cherkasy State Technological University, 30(2), 88-96. <https://doi.org/10.62660/bcstu/2.2025.88>
3. Abounacer, R., Afdel, K., & Bouaouda, A. (2023). Resource utilization and cost implications of container live migration in clouds: An approach performed on Amazon Web Services (AWS). Research Square. doi: 10.21203/rs.3.rs-3286731/v1.
4. GeeksForGeeks. (2023). Computer organization. Amdahl's law and its proof. Retrieved from <https://www.geeksforgeeks.org/computer-organization-amdahls-law-and-its-proof>.

УДК 004.94

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ У ДОПОВНЕНІЙ РЕАЛЬНОСТІ

РЕЙДА М. О. (okashnik48@gmail.com),
СЕРГІЄНКО О. О. (shunechkiss@gmail.com),
РОМАНЮК О. Н. (romanyuk@vntu.edu.ua),
РЕЙДА О.М (reyda@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет

Розміщення об'єктів у застосунках доповненої реальності є однією з найважливіших задач розробників програмного забезпечення, для таких систем. Від правильності вибору методу визначення положення залежить не лише коректність відображення віртуальних об'єктів у фізичному середовищі, а й правильність взаємодії користувача з ними. Саме тому аналіз методів розміщення об'єктів у доповненій реальності є актуальним для дослідження, адже це забезпечує коректне відображення об'єкта на сцені, саме так як задумано розробником.

Marker-Based Approaches – ці підходи використовують маркер для активації доповненої реальності. Їх можна розділити на методи на основі гіперпосилань та візуальних методів. Метод гіперпосилання з'єднує фізичні об'єкти з веб-матеріалами за допомогою графічних тегів або технологій автоматичної ідентифікації, таких як система радіочастотної ідентифікації (RFID). Метод на основі зору – це галузь комп'ютерного зору, яка дозволяє виявляти маркери на фізичних об'єктах. Розпізнавання на основі комп'ютерного зору ідентифікує об'єкти шляхом виявлення ознак на зображенні. Масштабно-інваріантне перетворення ознак (SIFT), прискорені робустні ознаки (SURF), орієнтований FAST та обертаний BRIEF – одні з найпоширеніших алгоритмів комп'ютерного зору для виявлення об'єктів. Можна обчислити додаткові дані, такі як орієнтація об'єкта, колір, розмір та форма.

Метрики оцінки.

Точність та правильність просторових даних можна кількісно виміряти за допомогою двох поширених показників: середньоквадратичного відхилення (RMSE) та стандартного відхилення[1]. RMSE – це квадратний корінь із середнього значення набору квадратів різниць між значеннями координат набору даних та значеннями координат з контрольних точок розташування. Враховуючи базові координати n точок; середньоквадратичне відхилення (RMSE) визначається як рівняння (див. рис. 1).

$$RMSE_r = \sqrt{(RMSE_x)^2 + (RMSE_y)^2 + (RMSE_z)^2}$$

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{data,i} - x_{base,i})^2} ; RMSE_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{data,i} - y_{base,i})^2}$$

$$RMSE_z = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_{data,i} - z_{base,i})^2}$$

Рисунок 1 – Точність просторових даних

Оцінка методів на основі маркерного розміщення:

Метод ARcore дозволяє досягти точності 9 см у приміщенні та 16 см на вулиці. Ці значення погіршуються при переході на Vuforia SDK з точністю 13 см у приміщенні та 20 см на вулиці. Крім того, ми помічаємо, що на обидва методи впливає зміна з внутрішнього середовища на зовнішнє; це головним чином спричинено впливом зовнішнього середовища та умов освітлення, які можуть значно вплинути на правильність виявлення маркерів для відображення точності оцінювання було використано RMSE (див. рис. 2).

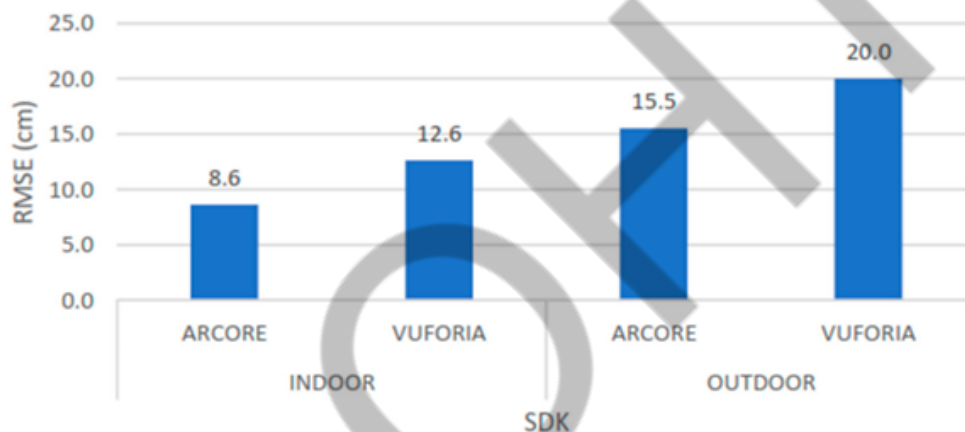


Рисунок 2 – Оцінка методів на основі маркерного розміщення

Marker-Less Approaches – безмаркерні підходи, до них можна віднести методи на основі датчиків та методи на основі моделі та методи без моделі. У методах на основі датчиків визначення місцезнаходження та орієнтації камери використовуються сенсорні технології (наприклад, IMU: Initial Measurement Unit та GNSS). Ряд основних комерційних AR підтримують сенсорні технології для оцінки та відстеження положення камери. У цьому випадку, інерційне відстеження датчиків, акустичне відстеження та магнітне відстеження є найчастіше використовуваними підходами. Метод на основі зору вимагають 3D-моделі середовища для оцінки та відстеження положення камери, що називається відстеженням на основі моделі в комп'ютерному зорі. Використання зображень глибини, що кодує відстань до об'єктів сцени від поля зору камери як значення пікселя, є одним із найновіших способів обчислення положення камери. Коли ці фотографії глибини та зображення RGB об'єднуються, можна оцінити положення камери для відстеження. Методи без використання моделі працюють шляхом відстеження та реєстрації камери телефону без потреби в моделі чи базі даних. Такі методи відстежують рух камери, одночасно конструюючи 3D-структуру зображення сцени. SFM (структура з руху) та SLAM (одночасна локалізація та картографування) – це два основні методи оцінки положення камери в AR-сцені.

Оцінка методів на основі маркерного розміщення:

У приміщенні методи на основі моделей без використання маркерів дають значення зміщення 9 см між віртуальною моделлю та реальністю. Це значення значно погіршується, аж до 19 см для методу, який не базується на 3D-моделях. Точність погіршується для обох методів на відкритому повітрі, досягаючи 11 см для методів на основі моделей та 40 см для методів без моделей. У

зовнішньому середовищі існує три класи значень середньоквадратичної помилки (RMSE). Перший клас (RMSE менше 10 см) отримується за допомогою режиму ручного розміщення та «GAMMA AR». Другий клас RMSE від 10 см до 40 см отримується за допомогою методів на основі маркерів (ARcore та Vuforia) та методів без маркерів (на основі 3D-моделі). Третій клас із RMSE менше 10 см поєднує два методи: SiteVision з його автоматичним режимом розміщення та інерціальні датчики на основі послідовних значень RMSE 3,47 м та 7,67 м (див. рис. 3).

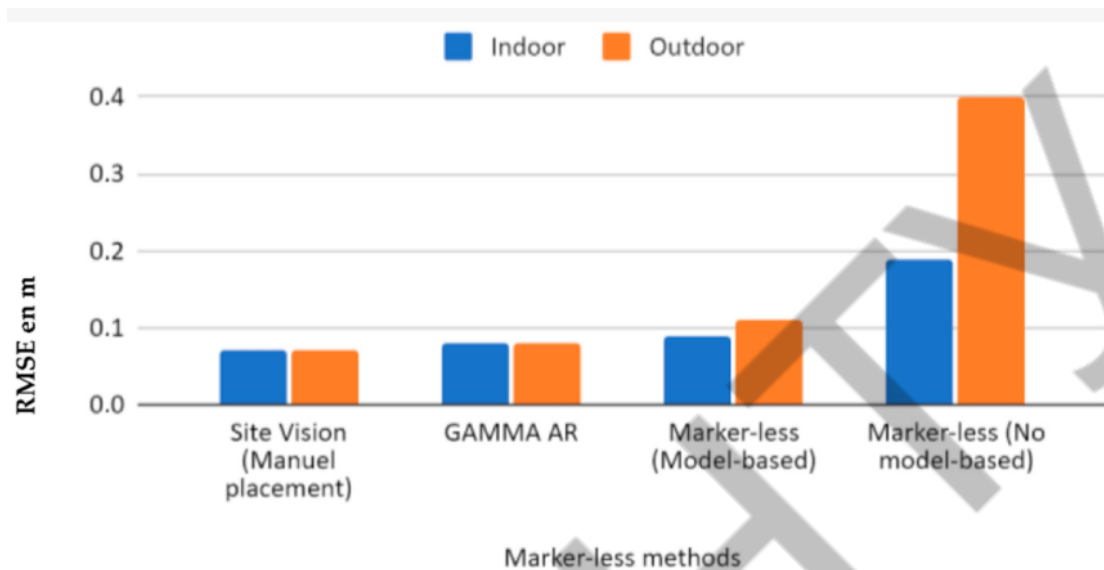


Рисунок 3 – Точність розміщення методів без маркерів

Hybrid Placement Approaches – гібридні підходи до розміщення. Гібридні підходи намагаються знайти компроміс, поєднуючи різні методи, долаючи їхні слабкі сторони та проблеми. Це не лише забезпечує переконливо точні та надійні результати для AR-застосунків, але й зменшує обчислювальну складність.

Аналіз довгострокового відстеження на основі YOLOv3.

У цьому експерименті використовується набір даних Dynamic Object для перевірки ефективності відстеження цілей, а також набір даних MOT16 для перевірки надійності алгоритму відстеження кількох цілей, що використовується в цій роботі. У цьому експерименті використовується YOLOv3 для виявлення пішоходів та покращений алгоритм фільтра Калмана для відстеження результатів спостереження, наданих YOLOv3. (див. рис. 4) [2].



Рисунок 4 – Вплив роботи алгоритму відстеження MOT16

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] El Barhoumi, N.; Hajji, R.; Bouali, Z.; Ben Brahim, Y.; Kharroubi, A. "Assessment of 3D Models Placement Methods in Augmented Reality," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 20, p. 10620, Oct. 2022. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/20/10620>. [Accessed: Sep. 13, 2025].
- [2] Liu, J.; Gu, Q.; Chen, D.; Yan, D. "VSLAM method based on object detection in dynamic environments," *Frontiers in Neurorobotics*, vol. 16, p. 990453, Sep. 2022. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbot.2022.990453/full>. [Accessed: Sep. 15, 2025].

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ТА ДОФАМІНОВІ МЕХАНІЗМИРОМАНЮК¹ О.Н. (rom8591@gmail.com),ІВАНИШЕН¹ М.К., КОТЛИК² С.В.¹Вінницький національний технічний університет²Одеський національний технологічний університет

Досліджується роль гейміфікації як інструменту підвищення мотивації в освітньому процесі через активацію дофамінової системи мозку. Розглянуто, як ігрові елементи впливають на внутрішню та зовнішню мотивацію студентів, сприяючи покращенню результатів навчання. Проаналізовано ефективні механіки та можливі ризики.

У сучасних умовах, особливо в дистанційному форматі навчання, гейміфікація поступово перетворюється на один із провідних методів підвищення ефективності освітнього процесу. Застосування ігрових елементів дозволяє не лише урізноманітнити навчальну діяльність, а й активізувати пізнавальний інтерес студентів. В основі цього підходу лежить взаємозв'язок із дофаміновою системою — нейробіологічним механізмом, що впливає на мотивацію, передбачення винагороди та закріплення нових форм поведінки [1], [2]. В момент, коли особа отримує позитивний результат (наприклад, схвалення, бал, новий рівень), в мозку активізується виділення дофаміну, що підкріплює бажану дію.

Дофамін, як один із важливих нейромедіаторів, забезпечує не лише відчуття задоволення, а й посилює прагнення досягти бажаного результату — формує так звану мотиваційну значущість [2]. Саме тому освітній процес, побудований на принципах гейміфікації, часто викликає зацікавленість у студентів: вони прагнуть відкривати нові теми, просуватися по рівнях складності, брати участь у змаганнях. Така мотивація може бути як зовнішньою — заради нагород, так і внутрішньою — через бажання досягнення й розвитку [3].

Нейронаукові дослідження вказують, що дофамінова активність посилюється у випадках, коли виникає елемент новизни, існує передбачуваність результату і відчуття контролю над ситуацією [1]. Ці характеристики притаманні добре спроектованим гейміфікованим освітнім середовищам. Вони створюють навчальний простір, у якому здобувачі можуть самостійно обирати завдання, бачити результати своєї роботи й відчувати поступ у навчанні, що сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу.

Результати численних досліджень демонструють, що гейміфікація сприяє підвищенню академічної активності, покращенню засвоєння навчального матеріалу та загального задоволення процесом [3], [4]. Найбільш відчутний ефект спостерігається у студентів із низьким рівнем навчальної мотивації або в тих, хто має труднощі з традиційними підходами до навчання. Проте надмірна орієнтація на зовнішнє підкріплення здатна приглушити внутрішній інтерес, особливо якщо система винагород стає домінуючим чинником [5].

Також необхідно враховувати, що реакція на гейміфікаційні стимули може суттєво відрізнятися між окремими студентами. Не всі однаково реагують на дофамінову стимуляцію: деякі краще навчаються в умовах низької конкуренції або при мінімумі зовнішніх подразників [5], [6]. У випадках, коли зовнішні нагороди зникають, мотивація може різко впасти. Такий ефект має назву «ефект надмірної мотивації» [6] — ситуація, коли зовнішні стимули знижують природне прагнення до навчання. Саме тому ефективне використання гейміфікації вимагає поєднання з іншими педагогічними технологіями — розвитком критичного мислення, аналітичних навичок та використанням інтерактивних форм навчання.

Окрема група студентів, зокрема ті, хто має низький рівень впевненості у власних силах, можуть сприймати гейміфіковане середовище як додаткове джерело психологічного навантаження. Часті невдачі, низькі результати або нестача винагороди можуть викликати фрустрацію й знеохочення [6]. У таких випадках важливо забезпечити індивідуалізований підхід, використання механізмів адаптивної підтримки та чітке, зрозуміле зворотне оцінювання.

Найбільш ефективні елементи гейміфікації, що сприяють активації дофамінових реакцій, включають: систему балів, візуальні індикатори прогресу (прогрес-бари), щоденні завдання, а

також несподівані бонуси, що викликають ефект позитивного здивування [3], [4]. Наприклад, платформа Duolingo реалізує streak-логіку, бейджі й рівні, тоді як Khan Academy застосовує систему балів і нагород. У корпоративному навчанні активно використовуються ігрові симуляції для розвитку навичок співпраці, лідерства та критичного мислення [4].

Мають місце і ризики. У деяких випадках гейміфікація може призводити до механічного виконання завдань з метою отримання балів без справжнього розуміння матеріалу [6]. Незадоволеність винагородою може спричинити мотиваційне вигорання. Крім того, ефективність гейміфікаційних стратегій значною мірою залежить від індивідуальних особливостей здобувачів, їхнього стилю навчання, рівня підготовки та емоційного фону [5].

Узагальнюючи, можна стверджувати, що гейміфікація здатна активізувати ключові мотиваційні механізми мозку, зокрема дофамінові реакції, пов'язані з очікуванням і досягненням [1], [2]. Її успішність залежить від якісного навчального контенту, правильного підбору ігрових елементів і врахування нейропсихологічних особливостей студентів. Перспективним є створення гнучких навчальних платформ, які дозволяють персоналізувати досвід навчання та налаштовувати мотиваційні стратегії для різних типів користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] W. Schultz, "Neuronal reward and decision signals," *Annual Review of Neuroscience*, vol. 30, pp. 259–288, 2007.
- [2] K. C. Berridge, "The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience," *Psychopharmacology*, vol. 191, pp. 391–431, 2007.
- [3] M. Sailer, J. Hense, S. Mayr, and H. Mandl, "How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction," *Computers in Human Behavior*, vol. 69, pp. 371–380, 2017.
- [4] L. Li, "Gamification in education: A meta-analysis," *Educational Technology & Society*, 2023.
- [5] E. L. Deci, R. Koestner, and R. M. Ryan, "Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again," *Review of Educational Research*, vol. 71, no. 1, pp. 1–27, 2001.
- [6] J. H. Eisenberger and D. Pierce, "The overjustification effect: A meta-analysis," *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 53, no. 5, pp. 678–691, 1987.

УДК 004.925

БАГАТОЯДЕРНА ТА БАГАТОПОТОКОВА АРХІТЕКТУРИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

РОМАНЮК¹ О.Н. (rom8591@gmail.com),
КОСТЕНКО А.В., МЕЛЬНИК А.В., БОБКО О.Л.

¹Вінницький національний технічний університет

Проаналізовано сучасні підходи до використання багатоядерної та багатопотокової архітектури в комп'ютерних іграх. Описано приклади впровадження інноваційних технологій у рушіях Unity, Unreal Engine та Frostbite. Акцент зроблено на ефективному розподілі завдань між ядрами процесора для досягнення високої продуктивності. Визначено підсистеми, які найкраще піддаються паралелізації, та інструменти забезпечення синхронізації.

часні комп'ютерні ігри стають дедалі складнішими, а їх візуальна складова, фізичне моделювання, поведінка персонажів і взаємодія зі світом вимагають значних обчислювальних ресурсів. Для задоволення таких потреб розробники дедалі частіше застосовують багатоядерну й багатопотокову архітектуру, яка дає змогу виконувати багато частин програми одночасно, завдяки чому досягається висока продуктивність ігрових систем [4].

Історично склалося так, що більшість ігор створювалися на основі однопотокових рушіїв, де всі основні підсистеми — логіка гри, виведення зображення, звук, анімація, поведінка комп'ютерних супротивників — оброблялись послідовно одним обчислювальним ядром. Це

створювало обмеження в швидкодії та масштабованості. Із розвитком процесорів із 4, 8, 16 і більше обчислювальними ядрами, постала необхідність змінювати архітектуру ігрового програмного забезпечення відповідно до нових можливостей [1].

Одним із сучасних підходів є поділ великих завдань на дрібні незалежні дії, які можна виконувати паралельно. Наприклад, обробка кожного персонажа гри чи частини сцени виконується окремо, незалежно від інших, що дозволяє рівномірно завантажити всі ядра процесора. Така організація роботи стала основою нових систем побудови програм, де завдання розподіляються за короткими діями, які виконуються за необхідності (так звані Прикладом впровадження такої архітектури є рушій Unity, який використовує технологію «орієнтовану на дані» — тобто, організацію інформації в пам'яті таким чином, щоб вона оброблялася максимально ефективно. Обробка виконується за допомогою спеціального компілятора та системи розподілу навантаження, що дозволяє досягати значного приросту продуктивності, особливо на багатоядерних процесорах [2].

Ще один приклад — ігровий рушій Unreal Engine, який реалізує систему керування обчисленнями через так званий «граф залежностей» — структуру, в якій одні задачі виконуються лише після завершення інших. Це дає змогу програмі динамічно обирати, які дії виконувати першочергово, а які можна паралелізувати між доступними ядрами [3].

До підсистем, які добре піддаються розподіленню між обчислювальними ядрами, належать: симуляція фізичних процесів, розрахунків поведінки персонажів, обробка аудіо, завантаження ресурсів, підготовка зображень до виведення на екран. Наприклад, при формуванні зображення сцени ігровий рушій може одночасно обробити декілька її частин, після чого об'єднати в повноцінне зображення [5].

Серйозною перевагою багатопотокової архітектури є те, що вона дозволяє уникнути «вузких місць», коли одне ядро зайняте важким розрахунком, а інші простоюють. Для цього використовують системи керування чергами виконання, які автоматично оцінюють навантаження і рівномірно розподіляють задачі між доступними ресурсами. Такий підхід широко використовується в рушії Frostbite, що лежить в основі багатьох ігор компанії EA [5].

Водночас така архітектура вимагає ретельного планування та обережної реалізації. Необхідно враховувати можливість одночасного доступу до одних і тих самих даних, уникати конфліктів і зациклень. Для цього застосовують механізми синхронізації, атомарні операції, або спеціальні структури даних, які можна використовувати без блокування [6].

Важливо зазначити, що для реалізації багатопотокової архітектури потрібна відповідна структура програмного коду. Ще на етапі проєктування гри потрібно визначити, які підсистеми можуть працювати паралельно, якими мають бути канали обміну інформацією між потоками, як будуть виконуватись затримки, та як забезпечити узгодженість загального стану гри [7].

У майбутньому очікується ще активніше використання багатоядерної обчислювальної архітектури. З розвитком процесорів нового покоління, які поєднують високопродуктивні ядра та енергоефективні ядра, з'являється можливість ще гнучкіше розподіляти обчислювальні навантаження. Крім того, розвиток засобів автоматичного профілювання, інтелектуального планування задач і компіляторів сприятиме широкому використанню паралелізму навіть у невеликих студіях розробки ігор [1], [7].

Таким чином, багатоядерна багатопотокова архітектура стала одним із найважливіших напрямів розвитку ігрової індустрії. Вона дозволяє повніше використовувати можливості сучасного «заліза», забезпечує плавність роботи, підвищує реалістичність світу та дозволяє створювати більш глибокий і складний ігровий досвід. Водночас це вимагає від розробників нового рівня володіння інструментами, планування структури програми та врахування взаємодії великої кількості паралельних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Lake, "Multithreaded Game Engine Architecture: Design Patterns and Tradeoffs," *Game Developers Conference (GDC)*, 2022. [Online]. Available: <https://www.gdcvault.com/play/1028791/Multithreaded-Game-Engine-Architecture>
- [2] Unity Technologies, "Data-Oriented Technology Stack (DOTS) Overview," 2023. [Online]. Available: <https://unity.com/dots>

- [3] Epic Games, "Task Graph and Multithreading in Unreal Engine 5," *Unreal Engine Documentation*, 2024. [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/>
- [4] T. Abeykoon and C. Bleile, "Multi-core Optimization Techniques for Real-Time Game Engines," *IEEE Trans. on Games*, vol. 15, no. 2, pp. 158–167, 2023. doi: 10.1109/TG.2023.3284796
- [5] NVIDIA Corporation, "Optimizing Games for Multi-Core CPUs," *Developer Guide*, 2021. [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/blog/optimizing-games-for-modern-multicore-cpus>
- [6] J. D. Nordman and S. J. Owens, "Concurrency Models in Modern Game Engines," in *Proc. ACM SIGGRAPH I3D*, 2022. doi: 10.1145/3528233.3530742
- [7] A. S. Linder, "Scheduling and Job Systems in AAA Game Development," *Intel Developer Zone*, 2021. [Online]. Available: <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/technical/scheduling-and-job-systems-in-aaa-games.html>

УДК 004.925

ІГРОВІ МЕХАНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОГАРНІТУР

РОМАНЮК¹ О.Н. (rom8591@gmail.com),
РОМАНЮК О.В., БАБІЙ¹ Б.В., МАЙДАНЮК¹ В.П. КОТЛИК² С.В.

¹Вінницький національний технічний університет

²Одеський національний технологічний університет

Досліджено потенціал використання нейрогарнітур у сучасному геймдизайні. Описано принципи роботи нейроінтерфейсів та наведено приклади інтеграції таких технологій в ігрові механіки. Проаналізовано технічні та дизайнерські виклики, пов'язані з адаптацією геймплею до когнітивного стану гравця.

Сучасна ігрова індустрія активно впроваджує інноваційні способи взаємодії гравця з віртуальним середовищем. Одним із найперспективніших напрямів є використання нейроінтерфейсів, зокрема нейрогарнітур типу BCI (Brain-Computer Interface), що дозволяють передавати сигнали від мозку до комп'ютерної системи без участі опорно-рухового апарату. Ці технології поступово виходять за межі лабораторій і знаходять застосування у комерційних іграх, симуляторах, VR/AR-розробках та навчальних платформах [1].

BCI базується на аналізі електроенцефалографічних (ЕЕГ) сигналів, які зчитуються з поверхні голови за допомогою спеціалізованих сенсорів. На ринку вже існують доступні моделі таких гарнітур, зокрема NeuroSky MindWave, Emotiv Epos, OpenBCI, NextMind, які мають API для інтеграції з Unity або Unreal Engine [2], [3]. У контексті геймплею ці пристрої відкривають можливості нових механік, що не лише підвищують рівень занурення у гру, а й дозволяють адаптувати її до психофізіологічного стану гравця.

Основні типи ігрових механік на базі нейрогарнітур можна класифікувати таким чином:

1. **Когнітивне керування об'єктами.** Гравець може переміщати або активувати об'єкти в грі, використовуючи інтенсивність зосередженості чи намір.
2. **Емоційна адаптація геймплею.** Гра змінює колірну гаму, музику чи сюжет залежно від емоційного стану гравця, зчитаного за ЕЕГ.
3. **Управління рівнем складності.** Ігрова система в реальному часі підлаштовує інтенсивність ігрових викликів до рівня стресу, втоми або розслаблення гравця.
4. **Ігри для медитації.** Завданням гравця є досягнення стану спокою або рівноваги, які фіксуються нейрогарнітурою.

Такі механіки реалізовані, наприклад, у проектах *Throw Trucks With Your Mind* (управління об'єктами через концентрацію), *Mindflex* (фізична гра із контролем через нейросигнали) або *NeuroRacer* — експериментальній грі, розробленій у рамках досліджень нейропластичності [4], [5].

Однак, попри потенціал, технологія має низку технічних і дизайнерських викликів. По-перше, сигнали ЕЕГ мають низьку просторову роздільність, і потребують фільтрації від шумів,

пов'язаних з рухами, блиманням тощо. По-друге, інтерпретація сигналів не завжди універсальна: одна й та сама частота чи ритм мозкової активності може мати різне значення в різних гравців. Це змушує використовувати машинне навчання, що ускладнює інтеграцію у комерційні продукти [6].

З точки зору геймдизайну, BCI-механіки не повинні повністю замінювати класичне керування, а радше доповнювати його. Наприклад, можна застосовувати нейросигнали для запуску спецздібностей, відкриття секретних рівнів або зміни атмосфери гри. Важливо також забезпечити прозорість механіки для гравця, і дати можливість відключити її у разі помилкових активацій [7].

Цікавим напрямом є поєднання BCI з VR. Такі ігри дають змогу створювати повністю імерсивні середовища, в яких гравець може впливати на світ через власний емоційний стан. Уявімо VR-гру, де пейзаж змінюється на дощовий, коли гравець занепокоєний, або, навпаки, розцвітає, коли він спокійний і зосереджений. Подібні приклади вже реалізовані у демо-проектах за допомогою гарнітур Emotiv Insight та OpenBCI у поєднанні з Unity3D [8].

Перспективним також виглядає застосування нейрогарнітур у serious games — навчальних, реабілітаційних або терапевтичних проєктах. Наприклад, у нейропсихологічній реабілітації після інсульту такі ігри можуть допомагати пацієнтам розвивати здатність до концентрації, саморегуляції та стрес-менеджменту [9]. Окремим напрямом є ігри для дітей із СДУГ (синдромом дефіциту уваги), в яких завданням є утримання уваги протягом певного часу задля просування у грі.

Сьогодні спостерігається активний розвиток open-source спільнот, які працюють над покращенням якості інтерфейсів, інтерпретаторів сигналів та ігрових інтеграцій. Наприклад, OpenBCI пропонує відкриту архітектуру та SDK для розробників, що сприяє появі інноваційних BCI-проектів навіть у навчальних закладах та інді-студіях [10].

Таким чином, нейрогарнітури формують нову парадигму ігрової взаємодії, де гравець стає не просто виконавцем дій, а активним когнітивним модулем, який взаємодіє з віртуальним середовищем через психофізіологічні процеси. Розробка ігрових механік із урахуванням BCI — це не лише виклик для розробників, а й нова творча площина для формування інтерактивного досвіду майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] S. Cassani, L. Esteller and D. Valderrama, "Recent Advances in Non-Invasive Brain-Computer Interfaces for Gaming Applications," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 40258–40275, 2022.
- [2] L. George, B. Carter and R. A. Calvo, "Emotion-Driven Adaptive Games Using EEG: A Systematic Review," *IEEE Trans. on Affective Computing*, vol. 14, no. 1, pp. 98–116, Jan.–Mar. 2023.
- [3] H. Jafari, A. Etemad, "Toward Real-Time Adaptive Gaming Using Consumer-Grade EEG: Current Trends and Future Directions," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 157830–157842, 2021.
- [4] A. Koelstra, C. Muhl, M. Soleymani et al., "Deep Learning and Neuroadaptive Technology for Affective Gaming," in *Proc. of the 10th Int. Conf. on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, Cambridge, 2023, pp. 75–82.
- [5] Emotiv Systems Inc., "EPOC X Technical Specifications and Developer Resources," *Emotiv Developer Portal*, 2024. [Online]. Available: <https://www.emotiv.com/epoc-x/>
- [6] D. Meng, Z. Yang and S. Zhang, "EEG-based Cognitive Load Detection and Adaptive Gameplay in Virtual Reality Environments," *IEEE Trans. on Games*, vol. 16, no. 2, pp. 127–137, Jun. 2024.
- [7] S. Alsuradi, H. Hagrass and A. Al-Khalifa, "Brain-Controlled Gaming Interfaces: Taxonomy, Challenges, and Opportunities," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 82291–82310, 2023.
- [8] OpenBCI, "Galea Platform Overview and Integration Guide," *OpenBCI Official Documentation*, 2023. [Online]. Available: <https://docs.openbci.com/galea/>
- [9] R. Singh, J. Patel and M. Upadhyay, "Passive BCI for Real-Time Game Adaptation: A Deep Learning Approach," in *Proc. of the IEEE Conf. on Games (CoG)*, Osaka, 2022, pp. 402–409.
- [10] M. Sahni and A. Sharma, "Gamification and Neurotechnology: New Paradigms of Brain-Driven Interactions," *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 18, no. 54, pp. 1–11, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.00054>

РЕАЛІЗАЦІЯ РЕАЛІСТИЧНОЇ ФІЗИКИ ПРОЦЕСІВ У БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ІГРАХ

РОМАНЮК¹ О.Н. (rom8591@gmail.com),

ТЕРЕНЧУК А. Т., КОТЛИК² С.В.

¹Вінницький національний технічний університет

²Одеський національний технологічний університет

Розглянуто питання реалізації реалістичних фізичних процесів у багатокористувацьких іграх. Особливу увагу приділено задачі синхронізації фізичних обчислень між клієнтами та сервером. Висвітлено способи розв'язання конфліктів між клієнтською фізикою та серверною авторитарністю.

У сучасних відеоіграх фізика виступає критично важливим елементом, що визначає поведінку об'єктів у віртуальному середовищі. Завдяки фізичному моделюванню досягається ілюзія реалістичної взаємодії між гравцями, об'єктами довкілля, транспортними засобами, снарядами, рідинами, тканинами тощо. Проте в багатокористувацьких іграх впровадження складної фізики потребує вирішення низки специфічних проблем, пов'язаних із мережею, затримками та розподіленням обчислень між клієнтами та сервером [1]. У більшості мультиплеєрних ігор застосовується архітектура авторитарного сервера, де сервер є єдиним джерелом істини щодо стану світу. Клієнти лише надсилають запити на дії, а сервер виконує симуляцію, включаючи фізику, та надсилає зворотну інформацію. Це дозволяє уникнути шахрайства та неконсистентності станів, проте додає затримки, які негативно впливають на плавність гри [2]. В окремих випадках реалізують гібридні схеми, де частина фізики симулюється локально на клієнті для швидкого зворотного зв'язку, але синхронізується з сервером періодично [3]. Чим вищий рівень реалізму фізики, тим більше обчислювальних ресурсів потрібно. Моделювання жорстких тіл, тканин, рідин, м'яких тіл, складних зіткнень потребує високоточної математики та інтенсивних обчислень. У мультиплеєрі ці симуляції повинні не лише бути точними, а й синхронними для всіх учасників. Популярні рушії, як-от PhysX, Havok, Bullet, пропонують адаптовані модулі для мультиплеєрних ігор, але навіть вони не забезпечують повної детермінованості без додаткових налаштувань [4]. Для коректної реплікації фізики між клієнтами потрібна повна детермінованість симуляцій. Це означає, що однакові вхідні дані повинні давати однаковий результат на всіх машинах. Проте різна апаратна архітектура, округлення чисел, оптимізації компіляторів унеможливають абсолютний детермінізм. Для подолання цієї проблеми часто застосовують запис вхідних даних замість реплікації станів, а також синхронізовані кадри фізики [5]. Затримки в мережі є головною перешкодою для реалістичної фізики. Розробники впроваджують методи компенсації затримки, як-от передбачення на клієнті, компенсацію запізнення, відкат до попередніх станів. Передбачення на клієнті дозволяє локально відтворити ймовірний результат дій гравця, а сервер згодом або підтверджує, або виправляє його. Rollback-системи у разі розбіжності відтворюють стан гри назад і повторно програють дії з урахуванням правильного таймінгу [6]. Реалістична фізика м'яких тіл і рідин у мультиплеєрі є рідкістю через складність синхронізації. Найчастіше використовуються спрощені або скриптовані моделі. У випадках, коли потрібен повний реалізм, наприклад у кооперативних симуляторах або наукових іграх, сервер повинен повністю обчислювати поведінку таких об'єктів. Це вимагає спеціалізованих оптимізованих алгоритмів та серйозної серверної інфраструктури [7]. Найважливіше завдання розробника — знайти компроміс між якістю фізики, продуктивністю гри та ігровим досвідом. Надмірно складна фізика знижує частоту кадрів та створює лаги, що руйнує задоволення гравців. У змагальних іграх, де чесність геймплею критична, фізика повинна бути максимально справедливою і прозорою. У кооперативних іграх або PvE-режимах допустима більша свобода клієнтської симуляції. Балансування досягається за рахунок спрощення моделей, використання фізичних рівнів деталізації та делегування обчислень на графічний процесор [8].

У підсумку, реалізація реалістичної фізики у багатокористувацьких іграх є складним технічним і концептуальним завданням, що вимагає узгодження між точністю, синхронізацією,

продуктивністю та чесністю. Застосування авторитарного сервера, методів компенсації затримок, гібридного моделювання, а також новітніх фізичних рушіїв дозволяє досягти прийнятного балансу. Проте подальше зростання популярності віртуальної реальності та симуляцій з підвищеною точністю висуває нові вимоги до розподілених фізичних обчислень. Перспективним напрямом є використання хмарних серверів з графічним прискоренням для централізованого обчислення фізики та адаптивна передача симуляцій між вузлами залежно від критичності взаємодій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. Gregory, Game Engine Architecture, 4th ed., CRC Press, 2021.
- [2] S. McShaffry and G. Graham, Game Coding Complete, 5th ed., Cengage Learning, 2021.
- [3] M. Cook and R. Colvin, "Distributed physics simulation for networked games," Computer Games Conference, pp. 45–50, 2020.
- [4] NVIDIA, "NVIDIA PhysX SDK Documentation," [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/physx-sdk>
- [5] Gaffer On Games, "Fix Your Timestep," 2020. [Online]. Available: https://gafferongames.com/post/fix_your_timestep/
- [6] Valve Developer Community, "Lag Compensation," [Online]. Available: https://developer.valvesoftware.com/wiki/Lag_compensation
- [7] Unity Technologies, "Netcode for GameObjects: Physics Synchronization," [Online]. Available: <https://docs-multiplayer.unity3d.com/>
- [8] A. Romanenko and V. Kushnir, "Hybrid Bump and Displacement Mapping in Game Engines," Proc. of the ICCVG, pp. 115–122, 2021.

УДК 004.93

ІГРОВИЙ ЗАСТОСУНОК З ВИКОРИСТАННЯМ GOAP

РУВІНСЬКА В. М. (victoriya.ruvinskaya@gmail.com)

Національний університет «Одеська політехніка»

Проведено дослідження в області планування поведінки персонажів для відеоігор, а саме, аналіз доступних методів розробки, описані їх переваги і недоліки, обґрунтоване використання GOAP для моделювання поведінки неігрових персонажів, запропоновано формальний опис їх дій за допомогою діаграми діяльності та опису кожної дії. Створено ігровий застосунок, що дозволяє неігровим персонажам гнучко приймати рішення на основі можливих дій та стану ігрового світу.

Для підвищення зацікавленості гравців створюються ігри з участю неігрових персонажів (NPC). Це ті персонажі, що не контролюються гравцем та можуть виконувати різноманітні ігрові завдання. Гравці зазвичай виділяють ряд проблем, пов'язаних з неігровими персонажами, а саме їх недостатню варіативність при взаємодії з ігровим світом, відсутність адаптивності та інше. Аналіз аналогів показав недостатню гнучкість поведінки неігрових персонажів між собою, а також слабку взаємодію з навколишнім світом [1].

Було проаналізовано п'ять основних моделей та методів планування: Utility-Based AI, скінченні автомати, нейронні мережі, поведінкові дерева, Goal-Oriented Action Planning (GOAP) [2]. Критерії вибору моделей та методів: складність реалізації, гнучкість неігрових персонажів, витрати на обчислення, прогнозованість дій, складність масштабування та потреби в навчанні. Найбільш оптимальним підходом для задачі вийшов GOAP, що поєднує в собі високу адаптацію неігрових персонажів та відсутність потреби в їх навчанні.

Метою є покращення ігрового досвіду гравців на базі планування дій NPC за допомогою GOAP. Проблеми в роботі вирішуються за допомогою адаптивного штучного інтелекту у NPC, а саме, використовується цілеспрямоване планування поведінки NPC на основі знань про дії персонажів за допомогою Goal-Oriented Action Planning (GOAP), що являє собою універсальний

планувальник, який на основі знань про можливі дії NPC та поточний стан ігрового світу визначає оптимальний план для досягнення поставленої цілі. Запропоновано формалізацію описів GOAP у вигляді діаграм діяльності (рис. 1).

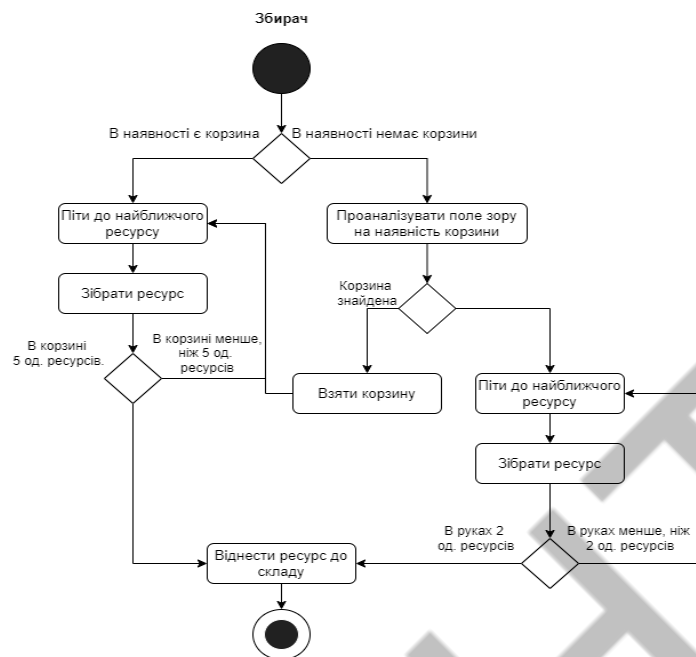


Рисунок 1 - Діаграма діяльності для збиральника

Діаграма діяльності для збиральника показує, як його дії залежать від поточного стану ігрового світу. Ціль збиральника – це збирати овочі за допомогою корзини або без. Наявність корзини зменшує ціну дії, через що такий план є більш пріоритетним. Ціллю кухара є приготування страви із овочей, зібраних збиральником. Кухар може зробити 3 види страв, в залежності від наявних продуктів. Ціль торговця - виставити страви, приготовані кухарем, на продаж гравцю (рис. 2).

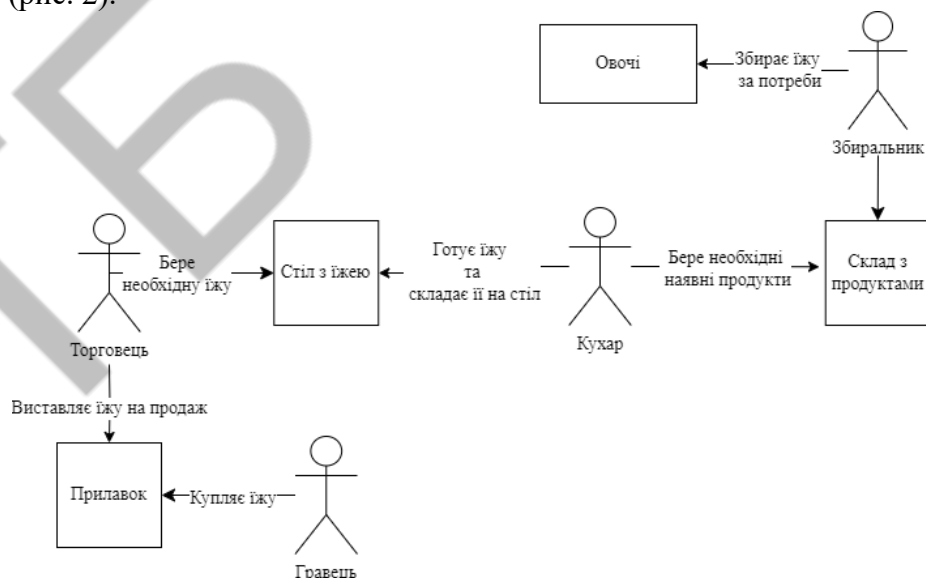


Рисунок 2 - Схема взаємодії агентів

Знання про дії містить ціну, передумови, необхідні ресурси та ефекти при виконанні дії.

Для розробки системи використана архітектура агентів: головною є система управління. Підсистеми дій і сприймання взаємодіють з середовищем, а саме з наявними в ньому об'єктами (рис. 3).

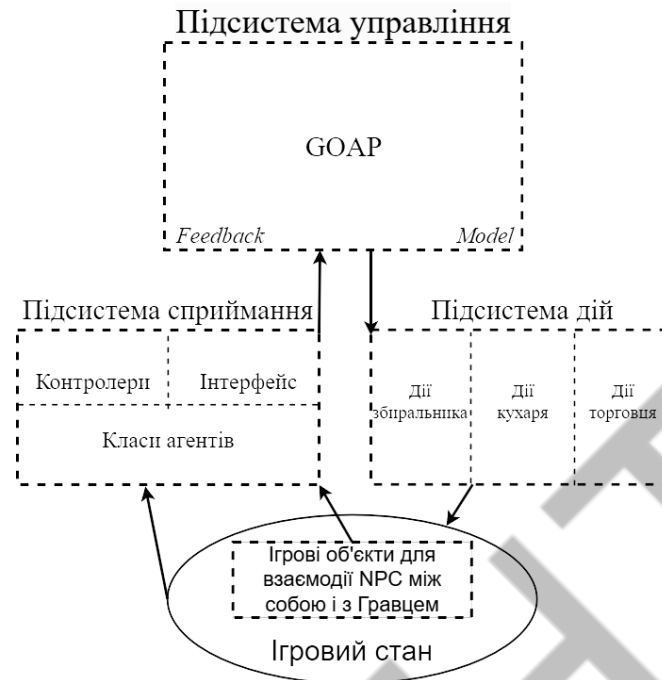


Рисунок 3 - Архітектура системи

Система розділяється на наступні групи класів: GOAP, що відповідає за логіку дій неігрових персонажів; агенти, що описують функціонал кожного із типів неігрових персонажів; дії кожного з агентів; контролери, що регулюють кількість ігрових ресурсів в об'єктах; інтерфейс з користувачем. Інструментами розробки є ігровий рушій Unity, мова програмування C# та інші інструменти.

Під час гри доступно меню гравця, що показує поточний стан гравця. В основній ігровій локації неігрові персонажі взаємодіють між собою та гравцем за допомогою ігрових об'єктів, а саме скринь та корзини. Є й діалогове вікно, за допомогою якого основний персонаж, тобто гравець, взаємодіє з NPC, наприклад, з торговцем. У гравця наявна можливість купити одну із готових страв за допомогою меню взаємодії гравця з NPC.

Було проведено опитування гравців щодо взаємодії з NPC, що містить відповіді 21 респондента на 7 запитань. З відповідей виходить, що більшість гравців грає в ігри, в яких є NPC, при цьому більшість цікавляться діалогами та бойовою системою. Часто неігрові персонажі поводити себе передбачувано, і гравці хотіли б бачити більшу адаптивність та реалістичність NPC. Було запропоновано використовувати GOAP для вирішення цих проблем. Проведено формалізацію описів дій NPC для ігрових застосунків. Вибрана Agent-Based Architecture для системи, побудовані діаграми класів та використані шаблони проектування. Дослідження показало, що в середньому 67% гравців позитивно ставляться до рішень, які впроваджує GOAP, для покращення свого ігрового досвіду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рувінська В.М., Кльопа М.С. Ігровий застосунок з поєднанням жанрів ROGUELIKECRPG / Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи ITMAS – 2023): IV Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція, 2023р., Україна, м. Миколаїв, с. 64-67.
2. Young, J. (2024). NPC AI planning with GOAP | Excalibur.js. Blog. <https://excaliburjs.com/blog/goal-orientedactionplanning/>.

ІГРОВИЙ ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ СУПЕРНИКІВ (БОТІВ), ЩО НАВЧАЮТЬСЯ НА ОСНОВІ ДІЙ ГРАВЦЯ В ІГРАХ ЖАНРУ "ГОНКИ"

РУВІНСЬКА В. М., МІСЬКО Д.А. (victoriya.ruvinskaya@gmail.com)

Національний університет «Одеська політехніка»

Робота присвячена розробці гри жанру «Гонки». Як результат розроблено метод адаптації ігрового штучного інтелекту в іграх жанру «Гонки» під рівень гри гравця, а також на цій основі створена програмна система, що являє собою десктопну гру.

Існуючі рішення по створенню ігрового штучного інтелекту для суперників (ботів) в іграх жанру «Гонки» використовують два основні типи моделей: заздалегідь написаний на етапі розробки скінченний автомат, а також заздалегідь навчена нейронна мережа. При цьому штучний інтелект та його рівні складності створені на етапі розробки програмної системи, що не дозволяє змінити рівень складності гри під рівень гри конкретного гравця. Розробники ігор намагаються обійти це обмеження надаючи змогу гравцю вибрати рівень складності гри, зазвичай це: новачок, середній, складний. Проте, це далеко не завжди допомагає досить точно адаптувати гру під гравця. Справжній рівень гравця може бути, наприклад, серед «новачком» та «середнім» або серед «середнім» та «складним».

Ця проблема призводить до того, що гравець або часто програє штучному інтелекту, або навпаки – занадто часто виграє у нього. В обох випадках гравець втрачає інтерес до гри, оскільки він або доволі довго не може досягнути перемоги у гонці серед ботів-суперників, або занадто багато всю ігрову сесію виграє у них [1].

Метою дослідження є підвищення зацікавленості гравця в іграх жанру "Гонки" на основі машинного навчання моделей суперників на діях гравця.

Запропоновано у якості моделі машинного навчання використовувати повнозв'язні двошарові нейронні мережі (НМ) [2]. Метод адаптації ігрового штучного інтелекту (суперників) в іграх жанру «Гонки» під рівень гри гравця заснований на НМ, що представлена на рис. 1.

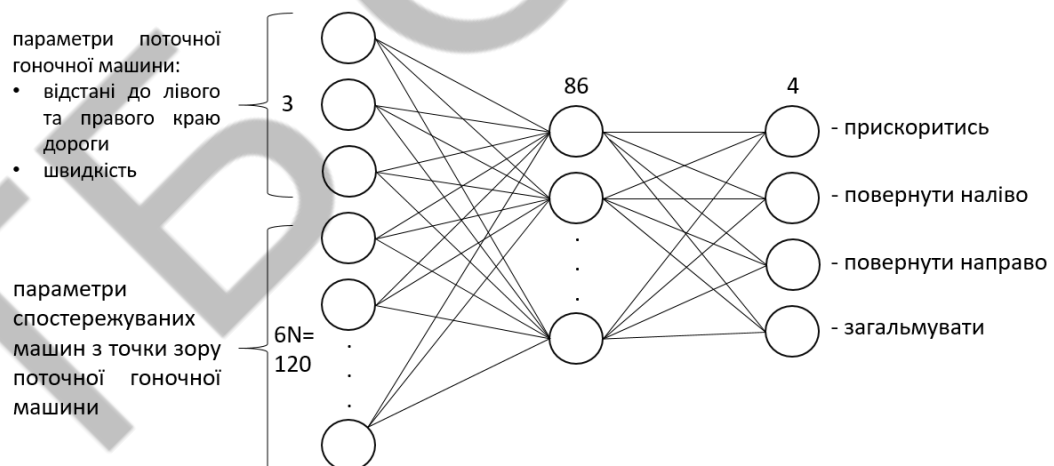


Рисунок 1 — Структура нейронної мережі для адаптації ботів суперників під рівень гравця

На вхід подаються параметри ігрового стану. Відносно кожного автомобіля, у напрямку якого «дивиться» скануючий промінь, маємо три параметри: відстань, швидкість та флаг, який відображає інформацію, чи стикалась машина з цим авто раніше. Кількість променів дорівнює N . А також промені сканують довшілля два рази: перший раз для фіксування місцевих авто, другий – гоночних автомобілей. Також три параметри має сама машина, відносно якої збирається інформація: відстань до лівого та правого краю дороги, швидкість авто. Це означає, що загальна кількість параметрів дорівнює $3+6*N$. На практиці виявилось оптимальним значення $N=20$, якщо взяти значення більше, програмна система буде повільно працювати на старих комп'ютерах, а

якщо менше, то даних буде недостатньо для навчання НМ. Тобто фінальна кількість параметрів становить 123, яка дорівнює кількості входів.

На виході отримуються можливі дії, необхідні при керуванні автомобілем в залежності від стану ігрового світу; у грі можливі 4 дії: прискорення, гальмування, поворот наліво, поворот направо, що і визначають кількість виходів НМ.

Проміжковий шар, на основі загальних рекомендацій, повинен мати кількість нейронів, яка дорівнює $2/3$ від кількості нейронів у вхідному шарі, плюс кількість нейронів у вихідному шарі, тобто $2/3 * 123 + 4 = 86$ нейронів.

Нижче представлені кроки методу адаптації ботів суперників в іграх жанру «Гонки» під рівень гри гравця.

1. Збір бази дій гравця. Дані для НМ подаються у вигляді пар: (ігровий стан, дії гравця у відповідь) за останні три пройдених рівня. Для можливості регулювання кількості FPS (Frames Per Second, кількість кадрів у секунду) у роботі пропонується зберігати ігровий стан довкола гравця, а також застосовані їм на даний час дії кожні 500 мілісекунд. Це значення було підібране таким чином, щоб знайти компроміс між кількістю зібраних даних та швидкістю роботи системи.

2. Нормалізація зібраних даних. У грі заздалегіть відомі усі максимальні значення для параметрів, тому найбільш зручним методом є нормалізація методом мінімакса.

3. Фільтрація зібраних даних. Оскільки гра дозволяє застосовувати декілька дій одночасно, є вірогідність, що гравець використовує одну або декілька із дій набагато частіше, ніж інші. Проводиться вибір репрезентативної підмножини із загального набору даних.

4. Тренування НМ суперників. Коли гравець закінчує грати поточний рівень, відкривається наступний (якщо це не був останній), та система навчає НМ суперників грати на рівні гравця, використовуючи дані, зібрані про гру користувача за останні три рівня.

5. Застосування НМ суперників для їх автомобілями.

5.1 Кожен ігровий цикл система надає інформацію про ігровий стан відносно кожної із машин суперників.

5.2 Система отримує на виході нейронних мереж необхідні дії у відповідь на ігровий стан та застосовує їх до автомобілей, котрими вони керують.

Десктопна гра, розроблена на базі представленого вище метода. Структура системи та зв'язки між компонентами наведені у вигляді UML діаграми компонентів на рис. 2.

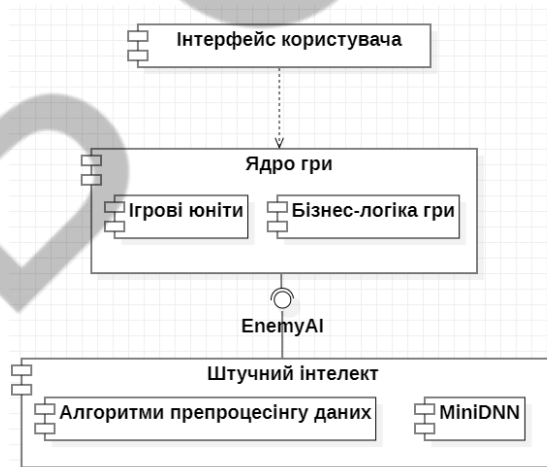


Рисунок 2 - Структура системи у вигляді діаграми компонентів

Система складається з наступних високорівневих компонентів:

- інтерфейс користувача, реалізація паттерну проектування «скінченний автомат»;
- ядро гри – зберігається аккаунт користувача, а також код бізнес-логіки гри та її юнітів (авто, дорога, полоса прогресу, тощо).
- штучний інтелект – складається із компонента бібліотеки нейронних мереж MiniDNN, а також містить алгоритми обробки даних перед тренуванням нейронних мереж, структури даних, які використовуються класами штучного інтелекту.

Була виявлена проблема у іграх жанру «Гонки», що полягає в недостатньо гнучкому підборі рівня гри суперників під рівень гри гравця. Для її вирішення отримав подальший розвиток метод адаптації ігрового штучного інтелекту на базі дій гравця під час гри, який на відміну від існуючих, навчається під час гри, що дозволяє створювати ботів, рівень гри яких максимально наближений до рівня гри гравця. Розроблена десктопна гра на основі розробленого методу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Philip Hingston (2012) *Believable Bots: Can Computers Play Like People?* – Springer Berlin, Heidelberg - p. 294
2. Ludmila Kuncheva. *Pattern Recognition and Neural Networks*. 2019 – 230 с.

УДК 004.421.7:004.9

АНАЛІЗ НАЙПОТУЖНІШИХ ІГРОВИХ ВІДЕОКАРТ

О. В. САМСОНЮК (oleksandrsamsonuk907@gmail.com), РОМАНЮК О.Н
Вінницький національний технічний університет

Проаналізовано сучасні тенденції розвитку графічних процесорів, їхню роль у геймінгу, штучному інтелекті та наукових обчисленнях. Проведено порівняння провідних моделей різних виробників із акцентом на продуктивність, енергоефективність та співвідношення ціни й можливостей. Визначено перспективи подальшої еволюції відеокарт як універсальних обчислювальних платформ.

У сучасному цифровому світі відеокарти перетворилися на універсальні обчислювальні пристрої, що виходять далеко за межі традиційних ігор. Зростання вимог не лише сучасних ігор з фотореалістичною графікою та підтримкою променевого трасування, але й інших критично важливих сфер робить дослідження потужних відеокарт актуальним. Відеокарти сьогодні є основою для штучного інтелекту, машинного навчання, 3D-моделювання, наукових обчислень, криптовалютного майнінгу та професійного рендерингу.

Сучасні графічні процесори виконують набагато більше функцій, ніж просто відображення зображень. Вони забезпечують обчислення складних алгоритмів ШІ, прискорення фізичних симуляцій, обробку великих масивів даних та виконання паралельних обчислень. Архітектура GPU з тисячами ядер оптимально підходить для завдань, що потребують високої паралелізації, роблячи їх незамінними в епоху штучного інтелекту та високопродуктивних обчислень.

NVIDIA залишається лідером преміум сегменту завдяки передовим технологіям Ray Tracing [1], DLSS та потужній архітектурі Blackwell. Компанія домінує у сфері ШІ-обчислень та професійних застосувань.

AMD пропонує конкурентоспроможні рішення з відмінним співвідношенням ціни до продуктивності, особливо в середньобітовому сегменті. Технологія FSR (FidelityFX Super Resolution) є відкритою альтернативою DLSS.

Intel є новим гравцем на ринку дискретних GPU з серією Arc. Хоча компанія ще не досягла рівня конкурентів, вона активно розвиває драйвери та оптимізації, показуючи потенціал для майбутнього росту.

NVIDIA використовує CUDA ядра та RT ядра, а AMD – Stream процесори. Кількість та ефективність цих ядер визначає загальну продуктивність GPU. Сучасні топові відеокарти оснащуються від 16 до 96 ГБ GDDR6X/GDDR7 відеопам'яті з пропускну здатністю понад 1000 ГБ/с, що критично важливо для обробки текстур високої роздільності.

Прагнення до максимальної продуктивності супроводжується зростанням енергоспоживання флагманських моделей до рівня 300-600 Вт. Це створює серйозні виклики для системної інтеграції, вимагаючи потужних блоків живлення із запасом потужності та розвинених систем охолодження для підтримання оптимальних робочих температур під навантаженням.

Порівняльний аналіз найпотужніших моделей:

1. NVIDIA RTX PRO 6000 Blackwell Workstation Edition [2] найпотужніша настільна GPU, призначена для професійних завдань. Оснащена 96 ГБ GDDR7 ECC пам'яті з пропускнуою здатністю 1.8 ТБ/с, що дозволяє локально тренувати великі мовні моделі та виконувати складні AI-обчислення без залежності від хмарних сервісів.
2. NVIDIA GeForce RTX 5090 [3] Перевершує RTX 4090 на 20-50% в 4K растеризації та на 27-35% в 4K променевого трасування. Випущена 30 січня 2025 року за стартовою ціною \$2000, RTX 5090 встановлює новий стандарт для ігрової продуктивності в ультрависокій роздільності.
3. NVIDIA GeForce RTX 4090 Попередній флагман, що досі залишається високопродуктивним рішенням. Приблизно на 75% швидший за RTX 3090 та на 60% швидший за RTX 3090 Ti в незалежних тестах, не обмежених продуктивністю CPU.
4. AMD Radeon RX 9070 XT демонструє високу продуктивність у своєму класі, розташовуючись між рішеннями RTX 7900 XTX та RTX 5070 Ti. Завдяки архітектурі RDNA 4, що отримала значні покращення у сфері обчислень для штучного інтелекту та променевого трасування, ця відеокарта забезпечує відмінний баланс між ціною та можливостями.
5. AMD Radeon RX 7900 XT Зріла модель попереднього покоління, що пропонує солідну продуктивність для високих роздільностей за конкурентною ціною.

RX 9070 XT демонструє на 154% кращу цінову ефективність порівняно з RTX 5090. RX 9070 показує найвищу енергоефективність серед тестованих відеокарт на рівні RTX 4080 Super, перевершуючи RTX 5070 на 24%. AMD традиційно пропонує кращу цінову ефективність у середньοціновому сегменті. RX 9070 XT є відмінним вибором для геймерів, що прагнуть високої продуктивності без переплат. NVIDIA домінує в преміальному сегменті, де абсолютна продуктивність важливіша за ціну.

Флагманські відеокарти зазвичай залишаються актуальними для ігор протягом 4-6 років з поступовим зниженням налаштувань графіки. RTX 5090 та RTX PRO 6000 Blackwell завдяки своїй надзвичайній потужності будуть релевантними до 2030-2031 років. Моделі середнього рівня як RX 9070 XT забезпечуватимуть комфортний геймінг протягом 3-4 років. Для професійних завдань термін актуальності може бути коротшим через швидкий розвиток алгоритмів та зростання вимог до обчислювальних ресурсів.

Аналіз найпотужніших ігрових відеокарт демонструє динамічний розвиток індустрії з чітким розподілом на сегменти. NVIDIA RTX PRO 6000 Blackwell встановлює нові стандарти для професійних обчислень, RTX 5090 домінує в преміум ігровому сегменті, тоді як AMD RX 9070 XT пропонує відмінний баланс продуктивності та ціни. Вибір оптимальної відеокарти залежить від конкретних завдань, бюджету та довгострокових потреб користувача. Тенденції розвитку вказують на подальшу інтеграцію AI-технологій, зростання важливості енергоефективності та розширення застосування GPU за межі традиційної графіки.

Подальший розвиток індустрії ігрових відеокарт характеризується створенням універсальних обчислювальних платформ, які об'єднують високу ігрову продуктивність з потужними можливостями для професійних та наукових застосувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романюк О. Н., Бажан В. М., Романюк О. В., Денисюк А. В. Реалізація рейтресингу у відеокартах. The 1st International scientific and practical conference «Priority directions of science and technology development», Kyiv, September 27-29, 2020. 2020. Pp. 259-265.
2. "NVIDIA RTX PRO 6000 Blackwell workstation edition". NVIDIA. Дата звернення: 16 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://www.nvidia.com/en-us/products/workstations/professional-desktop-gpus/rtx-pro-6000/>
3. "Best graphics cards – september 2025". Benchmarks and Performance Tests. Дата звернення: 16 верес. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://benchmarks.ul.com/compare/best-gpus>

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ АДАПТИВНИХ ОСВІТНІХ ТРАЄКТОРІЙ

СИМОНЕНКО М. А., ЖЕЛДАК Т. А. (Symonenko.Mu.A@nmu.one)

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Реферат. У роботі розглянуто проблему неефективності онлайн-навчання, запропоновано математичну модель адаптивних освітніх траєкторій та алгоритм їх оптимізації з використанням методів системного аналізу та штучного інтелекту.

Однією з ключових проблем онлайн-навчання є низький показник завершення курсів, який, за даними систематичного огляду понад 300 МООС, у середньому становить лише 7–10 % від зареєстрованих слухачів [1]. Подібна ситуація спостерігається й у формальних онлайн-програмах, де частка відсіву удвічі вища, ніж на очній формі. Дослідники пов'язують це з когнітивним перевантаженням, відсутністю зовнішнього контролю прогресу та недостатньою релевантністю навчального контенту [2].

У контексті системного аналізу дана проблема може бути інтерпретована як **задача оптимізації динамічної освітньої системи** з обмеженнями часу, мотиваційних ресурсів та структури компетенцій. Пропонується модель індивідуальної адаптивної траєкторії навчання, яка репрезентується у вигляді **орієнтованого ациклічного графа (DAG)**, де:

- вершини відповідають атомарним навчальним крокам (тема, тест, проект),
- ребра відображають відношення передумови.

Для кожної вершини $v_i \in V$ визначаються параметри:

- $t(v_i) \in R$ — очікувана тривалість виконання (години);
- $r(v_i, s) \in [0,1]$ — релевантність до профілю користувача s ;
- $q(v_i) \in [0,1]$ — надійність незалежного оцінювання (доказовість результату).

Профіль користувача $s = (k, H_{week}, G_{goal})$ містить: біт-вектор k вже підтверджених компетенцій, тижневий ресурс часу H_{week} (год/тиждень) і множину цілей G_{goal} , які відсилають до підмножини вершин $V_{goal} \subset V$.

Завдання полягає у виборі підмножини вершин $P \subseteq V$ та їх упорядкуванні так, щоб

1. покрити всі V_{goal} разом із пререквізитами;
2. не перевищити сумарний часовий бюджет $H = H_{week} \times T_{weeks}$;
3. мінімізувати зважену суму тривалості P :

$$F(P) = \sum_{v_i \in P} [\alpha t(v_i) + \beta(1 - r(v_i, s)) + \gamma(1 - q(v_i))]$$

де $\alpha, \beta, \gamma \geq 0$ — вагові коефіцієнти, що задають відносну важливість часу, релевантності та перевірюваності.

Формалізація цієї задачі здійснена у вигляді **цілочислового лінійного програмування (ILP)**, що дозволяє врахувати часові обмеження та топологічний порядок проходження тем. Для перевірки коректності використовується топологічне сортування графа (Kahn, 1962; DFS-метод). Таким чином, запропонована модель створює формалізовану основу для побудови персоналізованих освітніх траєкторій, де кожен крок має пояснювану логіку вибору, що відповідає принципам системного аналізу.

Запропонована модель реалізується у вигляді **алгоритму пошуку оптимальної траєкторії**. Для невеликих графів (до 400 вершин) використовується точне розв'язання задачі ILP у середовищі Gurobi або CBC, що забезпечує глобальний мінімум. Для більших структур застосовано евристичний підхід Large-Neighborhood Search (LNS), який комбінує «жадібне» покриття цілей із подальшими swap/drop/add-ітераціями [3].

Особливістю запропонованої архітектури є інтеграція **штучного інтелекту**:

- **CatBoost** використовується для оцінки релевантності навчальних ресурсів на основі профілю користувача [4].

- **Великі мовні моделі (LLM)** генерують діалогові тести, які дозволяють здійснювати формувальне оцінювання та забезпечують миттєвий фідбек [5].

- **Контекстний бандит (принцип грального автомату) LinUCB** здійснює адаптивне переналаштування ваг у цільовій функції, реагуючи на успішність проходження проміжних етапів [6].

Таким чином, алгоритм поєднує **детерміноване ядро (ILP/LNS)** із **адаптивними AI-компонентами**, що дозволяє у режимі реального часу перебудовувати освітній маршрут користувача.

Висновки. У роботі запропоновано системно-аналітичний підхід до побудови індивідуальних освітніх траєкторій, який включає:

1. Математичну модель на основі DAG та ILP-формалізації.
2. Алгоритм оптимізації з використанням як точних, так і евристичних методів.
3. Інтеграцію сучасних інструментів штучного інтелекту (CatBoost, LLM, контекстні бандити).

Отримана система забезпечує персоналізацію навчання, мінімізує когнітивні та часові витрати й водночас зберігає прозорість прийняття рішень. Це створює передумови для масштабування адаптивних освітніх систем нового покоління, які відповідають вимогам ринку праці та принципам системного аналізу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] J. Reich and J. A. Ruipérez-Valiente, The MOOC pivot, *Science*, vol. 363, no. 6423, pp. 130–131, 2019. doi: 10.1126/science.aav7958.
- [2] Y. Wang and H. Guan, Internet cognitive fatigue and online learning effectiveness, *Frontiers in Public Health*, vol. 10, p. 927454, 2022. doi: 10.3389/fpubh.2022.927454.
- [3] D. Pisinger and S. Ropke, Large neighborhood search, in *Handbook of Metaheuristics*, 2nd ed., Springer, 2019, pp. 99–127.
- [4] A. V. Dorogush, V. Ershov, and A. Gulin, CatBoost: gradient boosting with categorical features support, in *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 31, 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1810.11363>
- [5] A. Norberg, D. Vorobyeva, and E. Chan, Effects of adaptive feedback using large language models in online learning, *Journal of Computer Assisted Learning*, 2025. doi: 10.1007/s40593-025-00457-x
- [6] W. Chu, L. Li, L. Reyzin, and R. E. Schapire, Contextual bandits with linear payoff functions, in *Proc. 14th Int. Conf. Artificial Intelligence and Statistics*, 2011, pp. 208–214.

UDC 004.93'1:336.74

SOFTWARE AND ALGORITHMIC IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF CONSTRUCTING THE VORONOG DIAGRAM

SKORIN YURII (yuriy.skorin@hneu.net), ZHU ZHUNBYAO (1385618657@139.com)
Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets

The existing areas of application of the Voronoi diagram were considered, it was determined that these diagrams are used in quite a few industries, such as cartography, architecture, biochemistry, etc. The task of implementing this method was formulated. Based on the results of the study of the subject environment, a list of tasks was determined that were solved to achieve the goal. A detailed analysis of the subject area was carried out, during which the requirements for input and output data were formed and described. Based on the analysis, an object-oriented model was built. Based on the data obtained in the analysis process, appropriate mathematical methods for constructing Voronoi diagrams were formulated. Based on the results of object-oriented design, a toolkit was selected for the software implementation of the automated system. Requirements for hardware and software were formulated. A user manual was developed for the software product that was developed as part of the research.

Statement of the problem.

The development of modern technologies leads to increasing automation of processes performed by humans in various spheres of life, including education, medicine, industry, agriculture, etc. These tasks are either impossible to solve using simple methods, or their solution will require a significant amount of time and resources. There are special methods and algorithms for solving such tasks.

The Voronoi diagram is an important tool in solving so many problems. In general, a Voronoi diagram is a partition of a plane in which each region of the partition forms a set of points that are closer to one of the elements of the set than to any other element of the set.

Discretization of the region using Voronoi cells provides a fast search for natural neighbors for a given point. Searching for natural neighbors based on information about neighboring nodes obtained from the Voronoi diagram significantly reduces the time required to construct interpolated functions.

Voronoi diagrams are a fairly powerful tool for data visualization and analysis, widely used in various fields of science and many areas of human activity.

Voronoi diagrams are extremely relevant in modern scientific research and practical applications due to their versatility and effectiveness in various fields.

They can be applied to any data that can be represented as points in space. This makes them a universal tool for analyzing data of various natures.

Voronoi diagrams allow you to visualize complex data, making it easier to understand and analyze. Voronoi diagrams can be used to identify implicit structures and patterns in data, which is important for making informed decisions.

Voronoi diagrams are used to solve optimization problems, for example, to determine the optimal location of objects in space.

Voronoi diagrams are a convenient tool that is used in a fairly wide range of scientific disciplines and practical problems.

Voronoi diagrams:

- help determine the optimal location of stores to minimize competition and maximize profits;
- used to plan the location of public facilities such as schools, hospitals, etc.;
- help determine the optimal location of base stations to ensure maximum coverage when solving the issue of optimizing wireless networks.

Versatility, intuitive visualization, and the ability to reveal hidden patterns make Voronoi diagrams an indispensable tool for data analysis and informed decision-making.

Based on the above, the goal of the study was formulated, namely, the software implementation of a system for searching for the closest elements using the Voronov diagram construction method.

The object of the study is an automated system for searching for the nearest elements using the Voronov diagram construction method.

The subject of research is software development technologies and methods, methods for constructing a Voronov diagram.

Presentation of the main material.

Nowadays, there is a wide variety of algorithms specifically for solving computational geometry problems. However, the scope of application of such algorithms is usually very narrow.

For example, known algorithms for constructing a Voronoi diagram can be effectively applied only to points or segments.

However, when solving practical problems, one usually has to deal with more complex geometric objects that can be defined as points and segments, as well as curves of arbitrary shape.

Constructing a Voronoi diagram for such geometric objects is a non-trivial task, and therefore the study of Voronoi diagrams is reduced to the study of their approximations [1].

A Voronoi diagram is a mathematical object that is not strictly described in this way. The Voronoi diagram of a given finite set of points M of a plane (space) is a partition in which each region (Voronoi cell) of the given partition forms a set of points that is closer to one of the elements of the set M than to any other element of this set [2].

The goal of the software implementation of the Voronoi diagram method is to provide a fast search for natural neighbors for a given point.

Searching for natural neighbors obtained from the Voronoi diagram significantly reduces the time required to construct functions.

To achieve the goal, the following was done:

- subject area analysis;
- select the main input and output objects;
- analyze the system limitations;
- choose the necessary algorithm;
- specify external storage;
- display the notation on the sheet.

Conclusions.

During the research, the existing areas of application of the Voronoi diagram were considered and it was found that today these diagrams are used in many fields, such as cartography, biochemistry and architecture.

The method of constructing the Voronoi diagram has applications in many fields, therefore, the task of implementing this method was formulated.

The goal and objectives of the diploma project have been formulated, the object and subject of the research have been determined.

Based on the results of the study of the subject environment, a list of tasks was determined that were solved to achieve the goal.

A detailed analysis of the subject area was conducted, during which the requirements for input and output data were formed and described.

Based on the analysis, an object-oriented model was built. Based on the data obtained in the analysis process, appropriate mathematical methods for constructing Voronoi diagrams were formulated.

The following algorithms were built to implement the methods of system classes:

- area calculation algorithm;
- algorithm for independent point location;
- algorithm for loading data into a file;
- Point editing algorithm.

Based on the results of object-oriented design, a toolkit was selected for the software implementation of the automated system.

A formalized programming language, namely C#, was chosen as the programming language in the Visual Studio Code development environment.

Based on the object-oriented model, a software product was created, which is implemented in accordance with the principles of object-oriented programming and consists of ten classes.

Hardware and software requirements have been formulated. A user manual has been developed for the software product that was developed as part of this research.

The manual describes the user's capabilities when working with the software product, reveals the purpose of windows and commands, and provides forms that correspond to the screen.

REFERENCES

1. Mark de Berg. Computational Geometry: Algorithms and Applications / de Berg Mark, Cheong Otfried, van Kreveld Marc, Overmars Mark // Springer, 2008. - 398 p.
2. Satyan L. Devadoss. Discrete and Computational Geometry / L. Devadoss Satyan, O'Rourke Joseph // Princeton University Press, 2011. - 272 p.
3. Kenneth E. Kendall. Systems Analysis and Design, Global Edition / E. Kendall Kenneth, E Kendall Julie // Pearson Education, 2019. - 578 p.
4. Hector Uriel Perez Rojas, Angel Teheran Garcia. Hands-On Visual Studio 2022: A developer's guide to new features and best practices with .NET 8 and VS 2022 for maximum productivity / Uriel Perez Rojas Hector, Angel Teheran Garcia Miguel // Packt Publishing, 2024. - 336 p.
5. Joseph Albahari. C# 9.0 in a Nutshell: The Definitive Reference / Albahari Joseph // O'Reilly Media, 2021. - 1058 p.
6. Beecham S. Software Process Improvement Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis / S. Beecham, T. Hall, A. Rainer, et al. // Empirical Software Engineering 2003 8(1): 7-42. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1023/A:1021764731148>.

7. Bjarnason E. Requirements Are Slipping Through the Gaps — A Case Study on Causes & Effects of Communication Gaps in Large-Scale Software Development / E. Bjarnason, K. Wnuk, B. Regnell // IEEE Computer Society 2011. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1109/RE.2011.6051639>.
8. Bardsiri V. K. A Flexible Method to Estimate the Software Development Effort Based on the Classification of Projects and Localization of Comparisons / V. K. Bardsiri, D. N. A. Jawawi, S. Z. M. Hashim, et al. // Empirical Software Engineering 2014 19(4): 857-884. [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1007/s10664-013-9241-4>.

УДК: 004.9

ЗАСТОСУВАННЯ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ ПАРАДИГМИ В РОЗРОБЦІ СТРАТЕГІЧНОЇ ГРИ ЖАНРУ TOWER DEFENSE НА БАЗІ UNITY

СКРИПЛЬОНОК С.Д., МОЛЧАНОВА М.О., МАЗУРЕЦЬ О.В.
(ssskriplyonok@gmail.com, momolchanova@gmail.com, exe.chong@gmail.com)
Хмельницький національний університет

Розглянуто застосування об'єктно-орієнтованої парадигми програмування під час розробки стратегічної гри жанру Tower Defense на базі рушія Unity. ООП дозволила забезпечити модульність, масштабованість і зручність повторного використання коду, що є важливим для складних ігрових проєктів. Для опису логіки роботи гри було створено діаграми станів, варіантів використання та класів, які визначають основні системи та їхні взаємодії. Виокремлено п'ять ключових класів, серед яких центральне місце займає BattleController, що реалізує основні механіки бою.

Вступ

Об'єктно-орієнтована парадигма програмування забезпечує модульність, масштабованість і повторне використання коду [1], що є важливим під час розробки складних ігрових систем. Завдяки концепціям інкапсуляції, наслідування та поліморфізму ООП дозволяє моделювати ігрові об'єкти як незалежні сутності з власною поведінкою, спрощуючи підтримку та розвиток проєкту.

Розробка стратегічної гри жанру Tower Defense у середовищі Unity потребує чіткої архітектури та взаємодії численних об'єктів. Використання ООП разом із компонентною системою Unity дає змогу структуровано організувати ігрові елементи, спростити масштабування та внесення змін, що підвищує ефективність створення ігрових проєктів [2].

Проектування та програмна реалізація гри жанру Tower Defense на базі Unity

Для забезпечення чіткого розуміння структури та логіки роботи гри було проведено проектування її основних систем і взаємодій. З цією метою створено діаграми станів (рисунк 1), варіантів використання (рисунк 2), які відображають поведінку ігрових об'єктів, сценарії взаємодії користувача з системою.

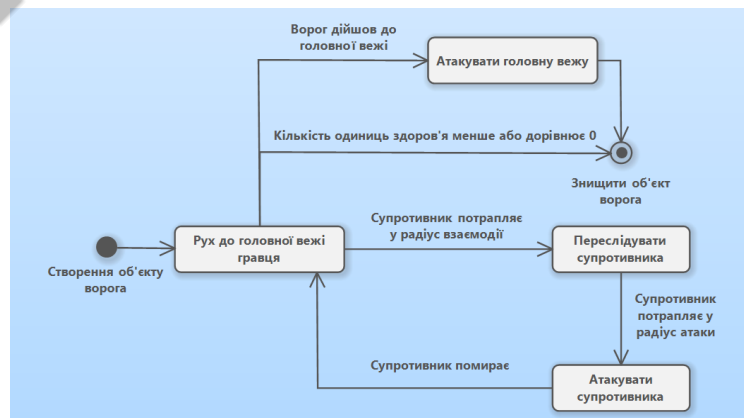


Рисунок 1 – Діаграма станів поведінки ворога



Рисунок 2 – Діаграма варіантів використання взаємодії користувача з головним меню

Згідно об'єктно-орієнтованої парадигми для гри (рисунок 3) було спроектовано діаграми класів, що визначають основні програмні компоненти гри. Виокремлено п'ять ключових класів: MainMenuController, MapManager, BattleController, SaveLoadController та GameInfoDatabase.



Рисунок 3 – Інтерфейс гри

На рисунку 4 зображена діаграма найскладнішого і найважливішого класу BattleController.

Метод AddInfo додає інформацію про ворога на вікно інформації. Метод BuyTower відповідає за купівлю вежі. Метод ChangeMoneyCount відповідає за зміну кількості грошей. Метод CloseEnemyInfo закриває інформацію про ворога. Метод CloseSelectedMenu закриває останнє відкрите меню. Метод CloseTowerInfo зховує інформацію про вежу. Метод CloseTowerRadius ховає радіус вежі. Метод DamageCastle віднімає здоров'я головної вежі та знищує ворога. Метод EndGame відкриває меню поразки. Метод FastWaveStart перериває таймер та відразу починає хвилю. Метод GetDatabase повертає базу даних. Метод GetTowerWindow повертає вікно інформації про вежу. Метод InstantiateCharacteristicInfo створює інформацію про характеристику вежі. Метод OpenEnemyInfo відкриває інформацію про ворога. Метод OpenMenu відкриває останнє обране меню. Метод OpenQuitWindow відкриває вікно виходу з гри. Метод OpenSettings відкриває меню з налаштуваннями. Метод OpenTowerSelection відкриває кнопки купівлі вежі на пустому місці. Метод OpenTowerSelectionModified відкриває інформацію про вежу та її посилення. Метод PauseGame призупиняє гру. Метод PlaySound відтворює звук. Метод QuitToMenu відкриває сцену вибору рівню. Метод Restart перезапускає рівень. Метод SaveChanges записує у файл збереження нову інформацію після перемоги. Метод SellTower продає вежу.

Метод ShowTowerInfo показує інформацію про вежу. Метод SpawnEnemy створює об'єкт ворога. Метод Start – вбудований, у цьому класі ініціалізує усі необхідні об'єкти та інформацію. Метод StartBattle викликає першу хвилю. Метод StartSemiWave створює підхвилю. Метод StartWave викликає хвилю. Метод Update відслідковує натиснуті клавіші. Метод UpdateTowerButtons відповідає за оновлення можливості купити вежу. Метод WaveWait відповідає за очікування до виклику хвилі. Метод WinGame відповідає за перемогу.

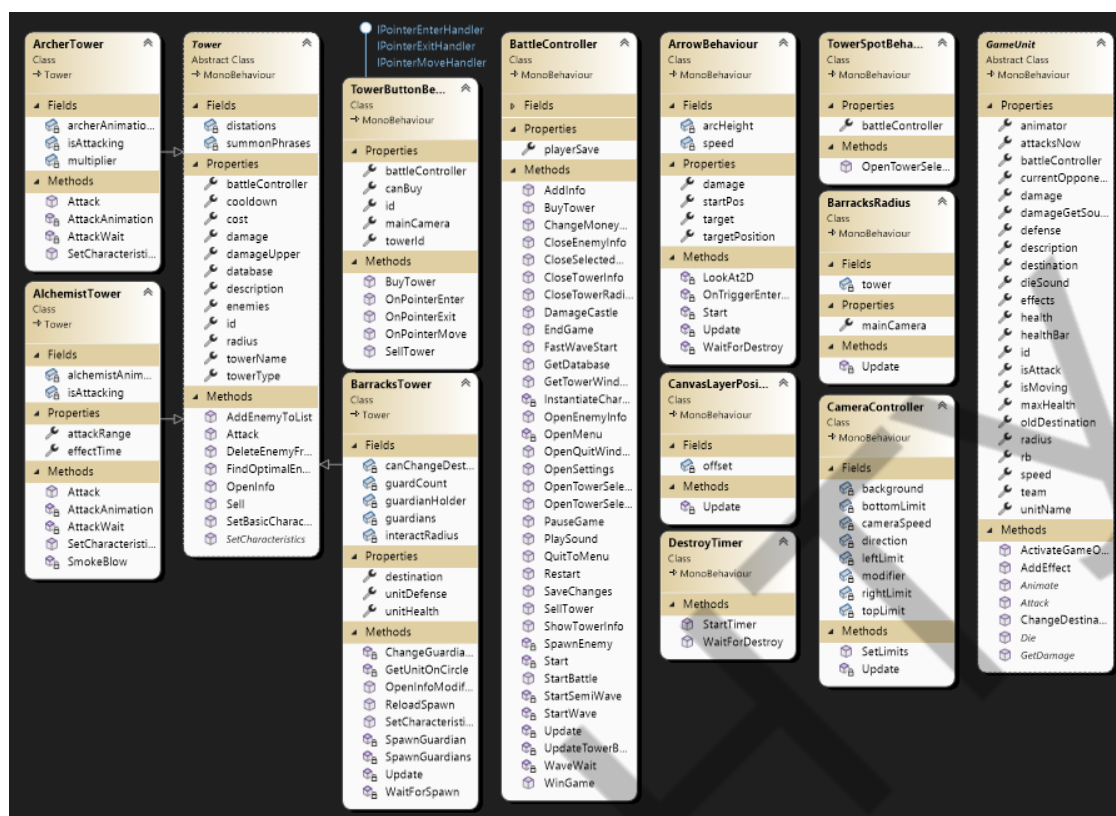


Рисунок 4 – Діаграма класів пов'язаних з системою бою

Висновок

Застосування об'єктно-орієнтованої парадигми в процесі розробки гри Tower Defense на платформі Unity дало змогу створити чітку архітектуру проєкту, спростити керування ігровими об'єктами та забезпечити гнучкість подальшого розширення функціоналу. Створені діаграми систем, взаємодій та класів дозволили формалізувати структуру проєкту й оптимізувати процес реалізації ключових механік гри, що підвищило ефективність розробки та якість кінцевого програмного продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Молчанова М.О., Мазурець О.В., Собко О.В., Кліменко В.І., Андрощук В.І. Метод неймережевого виявлення кібербулінгу з використанням хмарних сервісів та об'єктно-орієнтованої моделі. Вісник Хмельницького національного університету, серія: Технічні науки, №2 (333), С. 200–206, 2024. [Online]. Available: <https://heraldts.khmnmu.edu.ua/index.php/heraldts/article/view/134/117>.
2. Мазурець О.В., Молчанова М.О., Собко О.В., Дідур В.О., Багрий Р.О. Інтеграція об'єктно-орієнтованого підходу та реляційних баз даних при проєктуванні і розробленні веб-платформи для діячів мистецтва. Наука і техніка сьогодні, №8 (49), С. 1542–1555, 2025. [Online]. Available: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/28373>.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ

СОБКО В.В.

Миколаївський національний аграрний Університет

У тезах розглянуто можливості застосування штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML) для автоматизованої генерації навчального контенту. Проаналізовано ключові напрями впровадження – створення персоналізованих навчальних матеріалів, адаптивних курсів, автоматизованих систем оцінювання та освітніх симуляцій. Визначено переваги й виклики використання AI у сфері освіти.

Постановка проблеми. Освітня галузь перебуває у стані постійних змін, що зумовлено цифровізацією, глобалізацією та зростанням потреби у швидкому здобутті нових знань. Традиційні підходи до створення навчальних матеріалів є трудомісткими та не завжди враховують індивідуальні особливості студентів. У цьому контексті актуальним є застосування інтелектуальних систем, здатних автоматично генерувати навчальний контент, адаптований під потреби конкретного користувача.

Завдання дослідження.

Основними завданнями дослідження є:

- проаналізувати сучасні можливості використання AI для створення освітнього контенту;
- виявити приклади застосування ML у формуванні адаптивних курсів і тестових завдань;
- оцінити переваги та обмеження автоматизованого підходу;
- окреслити перспективи інтеграції AI у майбутні освітні системи.

Основна частина. У сучасному освітньому середовищі зростає потреба в інноваційних підходах до створення навчальних матеріалів. Одним із таких інструментів є штучний інтелект (ШІ), який дедалі активніше використовується для автоматизації та персоналізації освітнього контенту. Що таке генерація навчального контенту за допомогою ШІ?

Це процес створення навчальних матеріалів за допомогою інтелектуальних алгоритмів, які здатні аналізувати великі обсяги інформації, моделювати логіку викладу, створювати тексти, тести, візуальні елементи, а також адаптувати контент до потреб конкретного користувача. Можна навести такі приклади застосування:

1. Генерація навчальних матеріалів.

AI здатний автоматично створювати тексти, конспекти, презентації та інтерактивні вправи. Наприклад, системи на основі NLP (Natural Language Processing) можуть узагальнювати великі обсяги інформації та формувати стислий конспект лекції. Це значно зменшує навантаження на викладачів і дозволяє швидко оновлювати зміст курсів.

2. Персоналізоване навчання.

Машинне навчання використовується для аналізу даних про прогрес студентів і створення індивідуальних траєкторій. Алгоритми визначають сильні й слабкі сторони учня, пропонують додаткові завдання або нові формати матеріалу. Такі системи формують адаптивне середовище, що підвищує ефективність навчання.

3. Автоматизоване оцінювання.

AI може генерувати тести та одночасно здійснювати їх перевірку. Наприклад, алгоритми здатні формувати варіативні запитання різного рівня складності, ґрунтуючись на навчальних цілях курсу. У поєднанні з системами розпізнавання мовлення це відкриває можливості автоматичного аналізу усних відповідей і навіть есе.

4. Освітні симуляції та серйозні ігри.

AI дозволяє створювати динамічні симуляції навчальних ситуацій. Наприклад, майбутні лікарі можуть відпрацьовувати навички діагностики на віртуальних пацієнтах, поведінка яких

моделюється алгоритмами машинного навчання. У бізнес-освіті використовуються симулятори прийняття управлінських рішень, які генерують унікальні сценарії розвитку подій.

Напрямок	Приклади застосування	Основні переваги	Виклики
Генерація матеріалів	автоматичні конспекти, презентації	швидкість, актуальність	ризик поверхневості контенту
Персоналізація	адаптивні курси, індивідуальні траєкторії	зростання ефективності	потреба в якісних даних
Автоматизоване оцінювання	тести, аналіз есе, усні відповіді	об'єктивність, економія часу	складність інтерпретації творчих завдань
Освітні симуляції	віртуальні пацієнти, бізнес-симулятори	практичний досвід без ризику	висока вартість розробки

Висновки. Штучний інтелект і машинне навчання відкривають нові можливості для створення якісного та доступного освітнього контенту. Вони дозволяють автоматизувати рутинні завдання, підвищувати ефективність навчання завдяки персоналізації та робити освітній процес більш інтерактивним.

Разом із тим існують виклики – необхідність забезпечення достовірності навчального матеріалу, уникнення упередженості алгоритмів і збереження ролі викладача як наставника. У перспективі варто очікувати глибшої інтеграції AI у системи дистанційної та змішаної освіти, що сприятиме формуванню інноваційного освітнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. C. Romero, S. Ventura, "Educational data mining and learning analytics: An updated survey," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 10, no. 3, 2020.
2. R. Luckin et al., *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*, Pearson, 2016.
3. P. Brusilovsky, E. Millán, "User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems," *The Adaptive Web*, Springer, 2007.
4. A. Holmes, M. Bialik, C. Fadel, *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*, Center for Curriculum Redesign, 2019.
5. H. Roll, R. Wylie, "Designing adaptive educational systems with machine learning," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 26, pp. 793–811, 2016.

УДК: 004.9:[378.014.5:664]

МУЛЬТИМЕДІЙНІ ЗАСОБИ В ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ІСТОРІЇ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

СОКОЛОВА О.П. (okspetr@ukr.net)

Одеський національний технологічний університет

Анотація. У статті розглянуто роль мультимедійних засобів у процесі популяризації історії харчових технологій у сучасному освітньому та культурному середовищі. Визначено основні мультимедійні формати — інтерактивні візуалізації, 3D-моделі, гейміфіковані платформи, документальні фільми — та їх вплив на сприйняття технічної спадщини. Підкреслено, що використання мультимедіа дозволяє не лише підвищити зацікавленість

студентів, а їй створити емоційний зв'язок між минулим і сучасністю. На прикладі історії розвитку харчових технологій продемонстровано, як поєднання цифрових засобів, реконструкцій і інтерактивних симуляцій перетворює навчальний процес на дослідницьку діяльність.

Особливу увагу приділено інтеграції мультимедійних ресурсів у систему освіти та музейні практики, що забезпечує збереження технічної та культурної спадщини у цифровому форматі. Запропоновано підхід до формування «цифрової історії технологій», яка поєднує науку, культуру й інновації.

Ключові слова: мультимедіа, популяризація, історія технологій, харчова промисловість, 3D-моделювання, цифрова спадщина, гейміфікація, інтерактивне навчання

Історія харчових технологій — це не лише еволюція смаків чи рецептів, а насамперед історія людського розуму, технічного поступу та соціальних змін. Вона віддзеркалює шлях від простих глиняних посудин і ручних жорен — до сучасних автоматизованих виробничих ліній і роботизованих кухонь. Однак сучасна молодь, вихована в епоху цифрових медіа, сприймає знання інакше: вона мислить візуально, швидко, інтерактивно. Тому популяризація історії харчових технологій неможлива без мультимедійних засобів, які дозволяють «оживити» минуле, зробити його зрозумілим і відчутним.

Мультимедіа стали тією мовою, якою сьогодні спілкується наука зі світом. Завдяки відео, 3D-графіці, інтерактивним платформам та віртуальній реальності ми можемо не лише розповідати про технології минулого, а буквально переносити глядача в цех XIX століття, показувати роботу старовинних механізмів чи порівнювати процеси випікання хліба сто років тому і сьогодні [1-4]. Щоб зрозуміти силу мультимедіа, достатньо уявити звичайну лекцію про історію млинарства. Сухий текст, дати, прізвища винахідників — усе це рідко викликає захоплення. Але якщо поруч на екрані з'являється тривимірна модель млина, що крутиться під звуки скрипучих шестерень, якщо студент може натиснути кнопку і побачити, як зерно перетворюється на борошно, — історія перестає бути минулим. Вона стає досвідом, який можна побачити, почути й відчутти.

Такі прийоми дедалі частіше використовуються у вищій освіті [1]. Наприклад, інтерактивні презентації з елементами анімації демонструють роботу старовинних печей, міксерів, сепараторів. 3D-моделі, створені в середовищі Blender, дозволяють дослідити конструкцію машин, які давно зникли з виробництва, але залишилися у технічних архівах. А короткі навчальні відео з історії хлібопекарської чи кондитерської справи поширюються в соціальних мережах, де їх переглядають тисячі користувачів, — таким чином наука виходить за межі аудиторії.

Мультимедійні засоби, що застосовуються у популяризації харчових технологій, можна умовно поділити на кілька груп [2].

1. Візуальні реконструкції. Це анімації, відеоролики, 3D-моделі та віртуальні тури, що дозволяють побачити процеси у дії. Наприклад, реконструкція борошномельного заводу 1920-х років у форматі 3D-панорами дає змогу глядачу «прогулятися» цехами і побачити обладнання в роботі.
2. Інтерактивні платформи. Онлайн-музеї, навчальні сайти та мобільні додатки, де користувач сам керує переглядом матеріалів. Він може обирати епоху, тип обладнання, принцип роботи, а система у відповідь показує відео, креслення чи моделі.
3. Гейміфіковані середовища. Гра — це потужний інструмент засвоєння знань. Створення ігор, у яких потрібно «запустити фабрику» або «відновити рецепт» стародавньої технології, пробуджує у користувача дослідницький інтерес. Такі розробки успішно використовуються в технічних університетах, де студенти вчать, виконуючи роль інженерів минулих епох.
4. Документальні фільми і подкасти. Вони поєднують історичну реконструкцію з наративом. Глядач не просто дізнається, як з'явився перший механічний міксер, — він чує голос винахідника, бачить його ескізи, відчуває атмосферу часу.

Сучасні музеї харчової промисловості дедалі частіше переходять у цифровий формат. Традиційна експозиція з фотографіями і зразками техніки вже не здатна утримати увагу відвідувача, який звик до динамічних зображень. Віртуальні лабораторії, створені на базі університетів, дозволяють поєднати демонстраційний і дослідницький аспекти [3,4]. Студенти можуть самостійно «запустити» виробничий процес: змінювати температуру, швидкість мішалки, тип сировини, і спостерігати, як це впливає на кінцевий продукт. Такі симуляції не лише

пояснюють історію технології, а й демонструють її еволюцію. Наприклад, у програмі можна показати, як відрізнявся процес пастеризації молока сто років тому і нині, або як автоматизація змінила ручну працю кондитера.

Мультимедійна подача забезпечує емоційне залучення, що у педагогіці розглядається як ключовий чинник ефективного навчання. В українських технічних університетах, зокрема в Одеському національному технологічному університеті, мультимедійні засоби дедалі активніше впроваджуються у навчальні курси з історії техніки, технології харчових виробництв, інженерії. Викладачі створюють відеолекції, інтерактивні плакати, віртуальні виставки обладнання, що колись використовувалося на місцевих підприємствах. Це не лише збагачує навчальний процес, а й формує у студентів відчуття спадкоємності поколінь.

Досвід показує, що найефективніше працює саме поєднання мультимедійних форматів: відео, інтерактиву, 3D-візуалізації та ігрової взаємодії. Такий підхід розвиває критичне мислення, аналітичні здібності й технологічну культуру майбутніх фахівців.

Популяризація історії харчових технологій через мультимедіа має ще одну важливу функцію — культурну. Вона відроджує пам'ять про національні традиції виробництва, показує, що харчова промисловість — це не лише технічний процес, а частина культурного коду суспільства. Коли студент бачить у віртуальному музеї старовинний млин, який колись стояв у його рідному місті, історія перестає бути абстрактною. Вона набуває особистого сенсу.

Мультимедійні засоби стають інструментом діалогу між минулим і сучасністю. Вони дозволяють передавати не лише знання, а й емоційне відчуття часу, запахів, звуків, темпів життя. Саме тому мультимедійна подача — це не просто технологія, а нова форма наративу, у якій історія техніки звучить живим голосом.

Висновки. Мультимедійні засоби відіграють ключову роль у популяризації історії харчових технологій. Вони перетворюють науковий матеріал на захопливий досвід, поєднують навчання, культуру і творчість. Завдяки їм історія харчової промисловості перестає бути сторінкою підручника — вона стає інтерактивним середовищем, у якому кожен може дослідити, реконструювати і зрозуміти. Поєднання мультимедіа, 3D-моделювання, відео, звуку й гейміфікації відкриває нові горизонти для освіти, музеєзнавства та культурної спадщини. І, можливо, саме ці технології допоможуть майбутнім поколінням побачити, що історія — це не минуле, а жива частина нашого сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чиж, І. Використання мультимедійних технологій у візуалізації історії науки і техніки. — Освітній вимір цифрової доби, Київ: НТУУ, 2023, с.78-85.
2. Tejera, M., Galiç, S., Lavicza, Z. (2025). 3D Modelling and Printing in Teacher Education: A Systematic Literature Review. Journal for STEM Education Research. March 2025. DOI:10.1007/s41979-025-00147-2.
3. Sokolova O.P., Shinkar O.V. Peculiarities of creating three-dimensional 3D models based on drawings of mechanisms of old models / Materials of the XVI international scientific and practical conference "Information technologies and automation - 2023". Odesa, October 19-20, 2023 - Odesa, ONTU Publishing House, 2023, p.445-448 .
4. Sokolova O.P., Kotlyk S.V. Peculiarities of developing a virtual computer model of ancient technical equipment and creating a reduced copy of it using a 3D printer / Materials of the XXIII All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists, graduate students and students "State, achievements and prospects of information systems and technologies", Odesa, 20- April 21, 2023 - Odesa, ONTU Publishing House, 2023, p. 55-57.

МОДЕЛЬ МАСШТАБУВАННЯ ШАРДОВИХ ІГРОВИХ СЕРВЕРІВ У ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ: МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ТА ОСНОВНІ ВИКЛИКИ

СТОРОЖУК Ю.В. (stoha27@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто спеціалізовану модель тестування продуктивності — *Shard/Instance Scalability Model* [2], призначену для оцінювання горизонтального масштабування серверної частини сучасних мережеских відеоігор. Запропоновано формальне визначення моделі, описано експериментальну методичку та наведено типові виклики, що виникають під час її застосування у хмарній інфраструктурі *Kubernetes* [1]. Проілюстровано залежність пропускної здатності від кількості шард-інстансів, а також показано, як міжшардова синхронізація та обмеження допоміжних сервісів (*matchmaking*, СУБД, кеш) впливають на ефективність масштабування.

У мережеских відеоіграх із моделлю «гра-як-сервіс» кількість одночасних користувачів коливається в рази навіть протягом однієї доби. Щоб утримувати прийнятний досвід гравця (зокрема затримку не більш як 100 мс і частоту оброблення ігрового циклу не нижче 50 Гц), серверну логіку розгортають як множину *world-shard*-ів, які динамічно додаються або вимикаються в хмарі. Проте збільшення кількості інстансів не гарантує пропорційного приросту пропускної здатності через накладні витрати на синхронізацію *shard*-ів, обмеження допоміжних служб і вартість інфраструктури. Для прогнозування оптимальної кількості інстансів пропонується *Shard / Instance Scalability Model* (SIS-модель). Стаття описує складові та застосування цієї моделі і окреслює типові виклики без складних математичних обчислень.

Shard Scalability Model

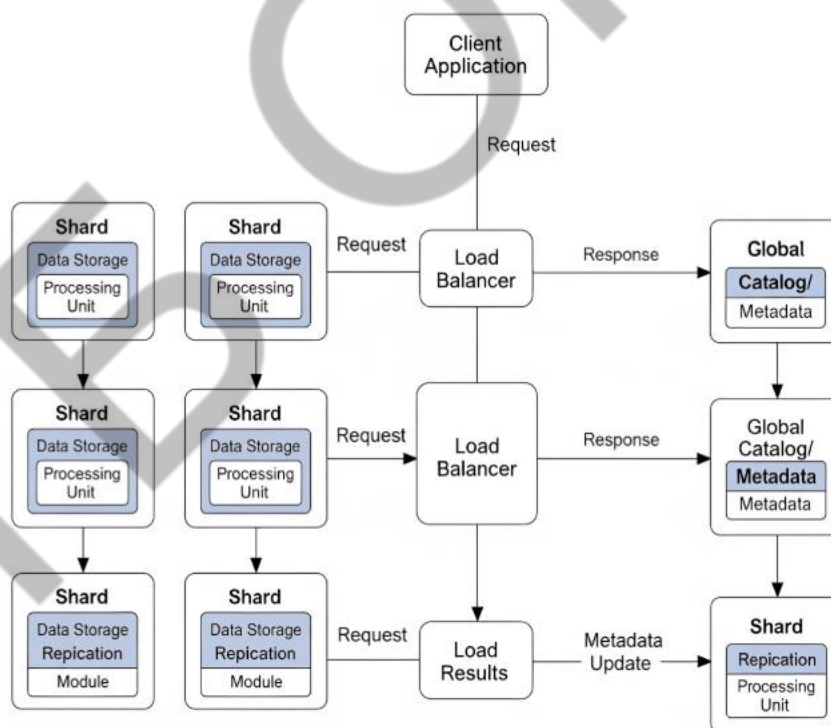


Рисунок 1 – Шардова модель масштабування

Теоретичні передумови

SIS-модель складається з трьох елементів:

- *W* – профіль навантаження, що характеризує кількість подій від гравців, типи мережеских пакетів і середню тривалість сесії.
- *C* – набір цільових метрик: частота оброблення ігрового циклу, проценти затримки, завантаження процесора і пам'яті, а також відношення пропускної здатності до вартості.

- Е – припущення щодо інфраструктури, включаючи тип віртуальних машин, політику автоскейлінгу й топологію мережі.

Кожен shard можна уявити як чергу, у яку надходять події; якщо швидкість надходження подій наближається до швидкості оброблення, затримки ростуть нелінійно, тому важливо знати момент, коли варто розгортати додатковий shard. Для практичного порівняння вводиться коефіцієнт масштабованості $S(N) = T(N) / T(1)$, де $T(N)$ – пропускна здатність системи з N інстансами. Якщо $S(N)$ наближається до N , масштабування майже лінійне; якщо приріст $S(N)$ поступово зменшується, спостерігається ефект зменшення ефективності.

Методика застосування SIS-моделі

Спочатку визначають піковий онлайн U_{max} – припустімо 16 000 гравців. Далі задають кроки навантаження, наприклад 25, 50 та 100 % від U_{max} , і розглядають конфігурації з 1, 2, 4 і 8 shard-ами. Для кожної пари кількість інстансів – навантаження відтворюють 15-хвилинну сесію геймплею, використовуючи headless-клієнти без графічного рендеру. За результатами вимірюють кілька порогових величин: частоту ігрового циклу не нижче 50 Гц, 95-й перцентиль затримки не більше 100 мс для європейського регіону або 140 мс для північноамериканського, завантаження процесора не вище 75 % і частку помилок не більше 0,5 %. Конфігурація, у якій уперше порушується будь-який поріг, позначає технічну межу масштабування для заданих умов.

Урахування накладних витрат

Міжшардова синхронізація відбирає частину процесорного часу і мережевої смуги; практичні спостереження показують, що ці витрати зростають приблизно квадратично за збільшення кількості інстансів. Коли shard-ів стає більше шести-восьми, додатковий приріст пропускної здатності майже припиняється, а витрати продовжують рости. Через це варто розглядати ще й економічний показник Throughput-per-Dollar. Інколи система ще працює в межах технічних SLA при десяти інстансах, але конфігурація з шістьма дає ту саму якість на помітно нижчий бюджет.

Основні виклики та можливі рішення

Міжшардова синхронізація: великі обсяги службового трафіку вирішуються застосуванням Interest Management, коли події передаються лише зацікавленим shard-ам, а також переходом із текстових форматів на компактні двійкові. Насичення matchmaking-служби: якщо швидкість підбору матчів фіксована, доводиться масштабувати цю службу окремо на основі довжини черги або часу формування групи. «Холодний» кеш інвентарю: завантаження знімка кешу перед введенням нового shard-а у продуктивний режим знімає піковий тиск на базу даних. Метрики для автоскейлера: замість класичних CPU або RAM корисніше використовувати частоту ігрового циклу чи довжину черги подій, що точніше відбиває реальне навантаження.

Підсумки:

SIS-модель дає змогу ще на етапі проєктування оцінити, де закінчується корисне горизонтальне масштабування shard-ів і починається плато зростання витрат. Ключовими факторами, що обмежують масштабованість, є накладні витрати міжшардової синхронізації та потужність периферійних служб. Додавання в аналіз вартості інфраструктури допомагає узгодити технічні рішення з бізнес-цілями й уникнути перевитрат. Навіть спрощений підхід без складних розрахунків дозволяє встановити практичний діапазон кількості інстансів, сформувати набір корисних метрик для моніторингу та визначити напрямки оптимізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Raymond Ajax, Ayuns Luz, Crystal Herry, “Autoscaling in Kubernetes: Horizontal Pod Autoscaling and Cluster Autoscaling”, 2023.
2. Amazon Web Services, “Amazon GameLift Developer Guide,” Seattle, WA, USA, ver. 2023.09, 2023.
3. Grafana Labs, “KEDA: Kubernetes Event-Driven Autoscaling,” Online: <https://keda.sh>, 2024.
4. Sodiq Oyetunji Rasaq, “Serverless Computing in Regulatory-Heavy Industries: Scalability and Compliance Challenges”, International Journal of Novel Research in Engineering & Pharmaceutical Sciences 12(2):3, 2025.

НАВЧАЛЬНИЙ ANDROID-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ГРИ НА ФОРТЕПІАНО

ТКАЧ Т.Б., ДЬЯЧЕНКО О.В. (tkach.t.b@op.edu.ua, dliachenko.o.v@op.edu.ua)
Національний університет «Одеська політехніка»

Розглянуто актуальність використання мобільних застосунків у сфері музичної освіти. Запропоновано концепцію навчального Android-застосунку для вдосконалення гри на фортепіано, який забезпечує інтерактивність, зручність використання та індивідуалізований підхід до навчання.

Сучасна освіта та самостійне навчання у сфері музики активно інтегрують цифрові технології. Зокрема, попит на мобільні навчальні застосунки зростає завдяки їхній доступності та інтерактивності. Крім того, використання мобільних технологій у навчанні музики відповідає сучасним тенденціям цифровізації освіти та забезпечує безперервність навчального процесу незалежно від місця й часу. Це створює нові можливості для самостійної роботи учнів і підвищує їхню автономність у навчанні. Проте багато з наявних застосунків для навчання гри на фортепіано не забезпечують достатньої індивідуалізації, зворотного зв'язку або можливості систематичного вдосконалення навичок. У зв'язку з цим виникає потреба у більш ефективних інструментах, які б сприяли зручнішому, продуктивнішому та адаптивнішому процесу музичного навчання. Тому підвищення ефективності самостійного навчання гри на фортепіано за допомогою мобільного Android-застосунку є актуальним завданням.

Серед відомих прикладів мобільних застосунків можна виділити Yousician [1] та Simply Piano [2], які широко використовуються для самонавчання. Вони пропонують інтерактивні вправи та гейміфіковані підходи, але часто не враховують індивідуальні особливості користувача та обмежують можливості для системного відстеження прогресу. Запропонований Android-застосунок має подолати ці недоліки завдяки адаптивності та більш гнучкому підходу до навчання.

Концепція навчального застосунку передбачає реалізацію таких модулів: інтерактивні вправи для розвитку техніки та музичної грамотності; система зворотного зв'язку на основі аналізу аудіо; база даних навчального прогресу; гейміфікаційні елементи (досягнення, рівні, нагороди). Передбачено інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє учням легко орієнтуватися в матеріалах. Додатково розглядається можливість інтеграції модуля візуалізації нотного запису у реальному часі, що дозволить поєднати слухове та зорове сприйняття музики. Це сприятиме кращому розвитку навичок читання з листа та музичного мислення.

Очікуваним результатом є створення зручного та ефективного інструменту для самостійного вдосконалення гри на фортепіано. Тестування із залученням користувачів дозволить оцінити зручність застосунку, а також його вплив на швидкість і якість навчання. У майбутньому можливе розширення функціоналу шляхом інтеграції елементів штучного інтелекту для аналізу техніки виконання та персоналізованих рекомендацій. Також розробка може бути розширена шляхом створення соціальної платформи для обміну результатами між учнями та викладачами, що сприятиме формуванню навчальних спільнот і підвищенню мотивації через колективну взаємодію.

Використання навчальних мобільних застосунків є перспективним напрямом розвитку музичної освіти. Розробка Android-застосунку для вдосконалення гри на фортепіано сприятиме підвищенню мотивації учнів, зручності навчання та створенню умов для більш якісного засвоєння музичних навичок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Yousician, "Interactive music learning app". [Online]. Available: <https://yousician.com>
- [2] Simply Piano, "Learn piano with interactive lessons". [Online]. Available: <https://www.joytunes.com/simply-piano>

AR/VR-ТЕХНОЛОГІЇ У СТВОРЕННІ НОВИХ ІГРОВИХ МЕХАНІК

ТКАЧУК Д.А. (404273@stud.kai.edu.ua), ЛОБОДА С.М.
Державний університет «Київський авіаційний інститут»)

Розглядаються основні аспекти впровадження технологій доповненої та віртуальної реальності у розробку інноваційних ігрових механік. Аналізуються принципи функціонування AR/VR-систем, їхній вплив на формування нових типів взаємодії користувача з ігровим середовищем. Досліджуються технічні можливості створення імерсивних ігрових досвідів, особливості проектування просторових інтерфейсів та механізмів керування. Визначаються перспективи розвитку галузі та потенційні напрямки подальших досліджень у сфері AR/VR-геймдизайну.

Технології доповненої реальності (Augmented Reality, AR) та віртуальної реальності (Virtual Reality, VR) представляють собою революційні інструменти, що кардинально трансформують підходи до створення ігрового контенту [1]. AR визначається як технологія, яка накладає цифрову інформацію на реальне середовище користувача, тоді як VR створює повністю штучне тривимірне середовище, що замінює фізичний світ. Ці технології відкривають принципово нові можливості для розробки ігрових механік, що виходять за межі традиційних екранних інтерфейсів. Сучасний стан розвитку AR/VR-технологій характеризується стрімким зростанням апаратних можливостей пристроїв та удосконаленням програмних рішень. Провідні виробники випускають дедалі потужніші гарнітури з покращеною роздільною здатністю, зменшеною затримкою відгуку та розширеними сенсорними можливостями. Одночасно розвиваються алгоритми відстеження руху, розпізнавання жестів та обробки просторової інформації, що створює технологічну базу для впровадження складних ігрових механік.

Фундаментальною відмінністю AR/VR-ігор від традиційних є їхня здатність використовувати фізичний простір як активний елемент геймплею. Гравці можуть переміщуватися, нахилитися, тягнутися до об'єктів, використовуючи природні рухи тіла замість абстрактних команд контролера. Ця особливість формує основу для створення механік, що базуються на просторовій взаємодії та тілесній присутності в ігровому світі [1].

Просторове позиціонування об'єктів стає центральним елементом багатьох AR/VR-механік, де розташування предметів у тривимірному просторі має безпосередній вплив на геймплей. Українські дослідники активно розробляють інноваційні підходи до створення імерсивних середовищ, зокрема в Київському національному університеті культури і мистецтв створено лабораторію з доповненою реальністю та штучним інтелектом [3].

Жестова взаємодія представляє інноваційний напрямок розвитку AR/VR-механік, який дозволяє реалізувати інтуїтивні способи керування, що імітують природні дії людини. Системи розпізнавання рухів рук створюють можливості для хапання, кидання, показування, малювання в повітрі, використовуючи точні рухи пальців та долонь. Така взаємодія створює відчуття безпосереднього контакту з ігровими об'єктами та підвищує рівень занурення в геймплей. Концепція присутності (presence) набуває особливого значення в контексті AR/VR-ігор, визначаючись як суб'єктивне відчуття користувача перебування в середовищі, відмінному від його фізичного розташування. Досягнення високого рівня присутності вимагає точної синхронізації візуальних, аудіальних та тактильних сигналів, що становить технічний виклик для розробників та водночас відкриває можливості для створення унікальних ігрових переживань [4].

Мультисенсорна стимуляція стає потужним інструментом для посилення ігрових механік у AR/VR-середовищах через поєднання візуальних ефектів з просторовим звуком, тактильним зворотним зв'язком та навіть нюховими стимулами. Це створює багатовимірний ігровий досвід, який розробники можуть використовувати для створення механік, що базуються на сенсорних асоціаціях та мультимодальному сприйнятті інформації. Соціальна взаємодія в AR/VR-іграх набуває нових форм завдяки можливості створення спільних віртуальних просторів, де гравці можуть одночасно перебувати в одному віртуальному середовищі, взаємодіяти між собою за допомогою жестів, голосу та маніпуляції об'єктами. Це дозволяє розробляти кооперативні

механіки, що вимагають координації рухів, спільного розв'язання просторових задач та колективного прийняття рішень [5].

Асиметрична взаємодія представляє перспективний напрямок розвитку AR/VR-механік, коли різні гравці мають відмінні ролі та можливості в межах однієї ігрової сесії. Процедурна генерація контенту в AR/VR-іграх отримує додаткові виміри завдяки можливості використання даних про фізичне оточення користувача, коли AR-додатки можуть сканувати реальне середовище та генерувати ігровий контент на основі виявлених поверхонь, об'єктів та просторових характеристик. Така адаптивність дозволяє створювати унікальні ігрові сценарії для кожного користувача та локації, що особливо актуально для освітніх застосувань, як зазначають українські фахівці [6].

Навчальні механіки в AR/VR-середовищах демонструють особливу ефективність завдяки можливості створення контрольованих експериментальних умов, де гравці можуть вивчати складні процеси, маніпулюючи тривимірними моделями та спостерігаючи результати своїх дій у безпечному віртуальному середовищі. Такий підхід особливо цінний для освітніх ігор, що моделюють наукові експерименти, історичні події або технічні процеси. Темпоральні механіки в AR/VR-іграх використовують унікальні можливості цих технологій для маніпуляції часом та простором, створюючи ефекти уповільнення, прискорення або зупинки часу, що мають безпосередній візуальний та сенсорний вплив на гравця. Гравець може "заморожувати" об'єкти в повітрі, переміщуватися між різними темпоральними станами або спостерігати розвиток подій у різних часових масштабах [4].

Фізичні симуляції набувають нового рівня реалістичності в AR/VR-середовищах, де гравці можуть безпосередньо взаємодіяти з об'єктами, що підкоряються законам фізики. Механіки, засновані на гравітації, інерції, пружності та інших фізичних властивостях, створюють інтуїтивно зрозумілі способи взаємодії з ігровим світом. Тактильний зворотний зв'язок через контролери та гаптичні пристрої посилює відчуття реальності фізичних взаємодій, дозволяючи гравцям відчувати вагу, текстуру та опір об'єктів під час маніпуляцій. Розробники також експериментують з симуляцією складних фізичних процесів, таких як динаміка рідин, деформація матеріалів та руйнування структур, що відкриває можливості для створення нових типів головоломок та творчих завдань.

Персоналізація ігрового досвіду в AR/VR досягається через збір та аналіз біометричних даних користувача, коли системи можуть відстежувати частоту серцебиття, рух очей, електричну активність мозку та інші фізіологічні показники для адаптації складності, темпу та емоційної насиченості геймплею. Така персоналізація дозволяє створювати індивідуалізовані ігрові механіки, що відповідають психофізіологічним особливостям конкретного користувача [6].

Наративні механіки в AR/VR-іграх використовують просторове розповідання та імерсивну презентацію сюжету, коли гравці можуть досліджувати історію, переміщуючись по локаціям, взаємодіючи з персонажами та об'єктами, що розкривають різні аспекти наративу. Такий підхід створює нелінійні оповідальні структури, де послідовність та глибина розкриття сюжету залежать від дій та вибору гравця. Додатково розробники впроваджують багатопланову систему подачі інформації через візуальні, аудіальні та тактильні елементи, що дозволяє створювати різні рівні занурення в сюжет залежно від активності та уваги користувача до деталей середовища.

Технічні обмеження сучасних AR/VR-систем створюють специфічні виклики для розробників ігрових механік через обмежену роздільну здатність дисплеїв, затримку відгуку, точність відстеження положення та тривалість роботи від батареї, що впливають на дизайнерські рішення. Розробники мають оптимізувати графічну складність, мінімізувати когнітивне навантаження на користувача та створювати механіки, що враховують фізичні обмеження людського тіла при тривалому використанні AR/VR-пристроїв. Крім того, необхідно враховувати індивідуальні особливості користувачів, такі як схильність до кінетозу та різні антропометричні параметри, що вимагає розробки адаптивних інтерфейсів та налаштувань комфорту [5].

Ергономічні аспекти AR/VR-взаємодії визначають особливості проектування ігрових механік, коли розробники мають враховувати фізичну втому користувача, можливість виникнення кінетозу (motion sickness), обмеження рухливості та індивідуальні анатомічні особливості. Успішні AR/VR-механіки забезпечують комфортну взаємодію протягом тривалих ігрових сесій та мають альтернативні способи керування для користувачів з різними фізичними можливостями.

Інтеграція штучного інтелекту в AR/VR-ігрові механіки відкриває можливості для створення адаптивних ігрових систем, де ШІ може аналізувати поведінку гравця, його емоційний стан та рівень навичок для динамічної модифікації ігрових викликів. Такі системи здатні генерувати персоналізований контент, налаштовувати складність завдань та створювати унікальні ігрові ситуації на основі накопичених даних про переваги користувача.

Перспективи розвитку AR/VR-технологій у ігровій індустрії пов'язані з удосконаленням апаратного забезпечення, розвитком стандартів взаємодії та формуванням нових жанрових категорій. Очікується поява більш компактних та доступних пристроїв, покращення якості візуалізації та розширення сенсорних можливостей. Ці технологічні удосконалення створюватимуть передумови для появи принципово нових типів ігрових механік, що повною мірою використовуватимуть потенціал AR/VR-середовищ для створення унікальних інтерактивних досвідів. Як зазначають українські фахівці, розвиток цих технологій має великий потенціал для створення інноваційних освітніх та розважальних продуктів [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Sorot, N. Kumar, and P. Singh, "AR and VR are Transforming Video Game World: A Comprehensive Review," International Journal of Advanced Research in Computer Science, vol. 15, no. 4, pp. 45-62, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/385546373_AR_and_VR_are_Transforming_Video_Game_World_A_Comprehensive_Review
- [2] "Gaming studies та дослідження ігрової індустрії. Добірка наукових статей," DOU, 2023. [Online]. Available: <https://gamedev.dou.ua/articles/gaming-studies-collection/>
- [3] Київський національний університет культури і мистецтв, "Інноваційний майстер-клас із дослідження VR та AR," 2024. [Online]. Available: <https://knukim.edu.ua/innovacijnyj-majster-klas-z-doslidzhennya-vr-ta-ar/>
- [4] "Віртуальна та доповнена реальність: як нові технології надихають вчитися," Освіторія, 2019. [Online]. Available: <https://osvitoria.media/opinions/virtualna-ta-dopovnena-realnist-yakoyu-mozhebuty-suchasna-osvita/>
- [5] S. Lee, J. Park, and H. Kim, "An exploration from virtual to augmented reality gaming," Computers & Graphics, vol. 47, no. 2, pp. 78-89, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/258184237_An_exploration_from_virtual_to_augmented_reality_gaming
- [6] М. Ходаківський, "Імерсивні середовища, VR, AR в українському сучасному мистецтві останніх років," Збірник наукових праць СУЧАСНЕ МИСТЕЦТВО, 2021. [Online]. Available: <http://sm.mari.kyiv.ua/article/view/248423>

УДК 004.43

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ КОНТЕНТУ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ: ПРИНЦИПИ, ПІДХОДИ ТА ВИКЛИКИ

ХОДАКОВ Д.В. (daniil.khodakov@npp.nau.edu.ua)

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

У статті розглядаються основи процедурної генерації контенту (PCG) у комп'ютерних іграх, її роль у сучасному геймдизайні та ключові технологічні підходи до реалізації. Зокрема, досліджено алгоритмічні методи, використання штучного інтелекту, переваги й виклики впровадження. Висвітлено приклади успішного застосування PCG у популярних проєктах та окреслено перспективи розвитку.

Ключові слова: Procedural Content Generation, PCG, генерація ігрового контенту, алгоритмічний дизайн, штучний інтелект, геймдизайн.

1. Вступ

Процедурна генерація контенту (PCG) – це метод автоматичного створення ігрового контенту за допомогою алгоритмів. Такий підхід дозволяє розробникам створювати динамічні, повторно ігрові світи з високим рівнем варіативності без потреби ручного проєктування кожного елементу [1]. Використання PCG набуло широкого поширення завдяки росту обсягів ігор, потребі у скороченні витрат на розробку та бажанню забезпечити унікальний досвід для кожного гравця.

2. Основні підходи до PCG

Найбільш поширені методи процедурної генерації включають [2]:

- Псевдовипадкові генератори – використовуються для створення рівнів або об'єктів на основі фіксованого “зерна” (seed), що забезпечує контрольовану випадковість (наприклад, *Minecraft*).

- Фрактальні алгоритми – застосовуються для моделювання природних структур: гір, дерев, ландшафтів.

- Граматики формальних мов (L-системи) – створюють складні структури, такі як рослини, архітектура чи цілі міста.

- Еволюційні алгоритми – оптимізують контент через механізми добору, мутації, кросінговеру (наприклад, генерація збалансованих рівнів).

- Генерація за допомогою нейронних мереж – використовуються сучасні моделі глибинного навчання для синтезу текстур, рівнів або музики.

3. Переваги та виклики використання

Переваги:

- скорочення часу розробки,
- збільшення реіграбельності,
- динамічність і адаптивність до дій гравця.

Основні виклики.

- Контроль якості. Автоматично згенерований контент може бути нефункціональним або незбалансованим.

- Відсутність нарративної цілісності. Генерація світу не гарантує сюжетну логіку.

- Тестування. Генеровані рівні складно повноцінно протестувати вручну.

4. Застосування на практиці

Успішні приклади застосування PCG [1]:

- *Minecraft* – процедурна генерація світу на основі "seed".
- *No Man's Sky* – створення понад 18 квінтильйонів планет із унікальними екосистемами.
- *Spelunky* – генерація підземель, яка поєднує рандомізацію з ігровим балансом.
- *Left 4 Dead* – "AI Director" адаптує геймплей до поведінки гравців, змінюючи розміщення ворогів та подій.

5. Перспективи розвитку

У майбутньому PCG розвиватиметься у напрямку [2]:

- Інтеграції з LLM (мовними моделями) для генерації описів, діалогів та наративів.
- Гібридних систем – поєднання ручного дизайну з алгоритмічними рішеннями.
- Генерація контенту в реальному часі – адаптація ігрового середовища під стиль гри користувача.

6. Висновки

Процедурна генерація контенту – потужний інструмент сучасної ігрової індустрії. Вона дозволяє створювати унікальні, масштабовані світи з високим рівнем динаміки та адаптивності. Однак ефективне впровадження потребує глибокого розуміння алгоритмів, балансування та дизайну взаємодії гравця з процедурним середовищем. Подальший розвиток технологій ШІ відкриває нові горизонти для генеративного підходу в ігровому дизайні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Noor Shaker, Julian Togelius, and Mark J. Nelson. *Procedural Content Generation in Games: A Textbook and an Overview of Current Research*. Springer. 2016.
2. Keith Peters. *Playing With Chaos: From Code to Trading*. For sale on the Amazon Kindle Store and GumRoad, 2024.
3. Табунщик Г.В. Проектування та моделювання програмного забезпечення сучасних інформаційних систем: навчальний посібник/Г.В. Табунщик, Т.І. Каплієнко, О.А. Петрова – Запоріжжя: Дике Поле, 2016. – 250 с.

УДК 004.421.2:004.9

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АЛГОРИТМУ ДЛЯ НАСТІЛЬНОЇ ГРИ SEEGA

ХОХЛОВ В.А. (xvadima@ukr.net)

Херсонський національний технічний університет

У статті розглянуто особливості розробки штучного інтелекту для древньої абстрактної стратегічної гри Seega. Описано структуру гри, основні виклики, пов'язані з її двофазністю та великою глибиною стратегічного аналізу. Для порівняння реалізовано три типи ШІ-ботів: випадковий (Random), евристичний (Heuristic) та мінімакс з α - β обрізанням (Minimax). Проведено серію симуляцій і наведено результати. Проаналізовано ефективність різних методів.

Seega — давня стратегічна гра з Єгипту (або Північної Африки). Гра проводиться на дошках розміром 5×5 , 7×7 чи 9×9 клітинок. Кожен гравець має певну кількість фігур або фішок (половина всіх клітин мінус одна).

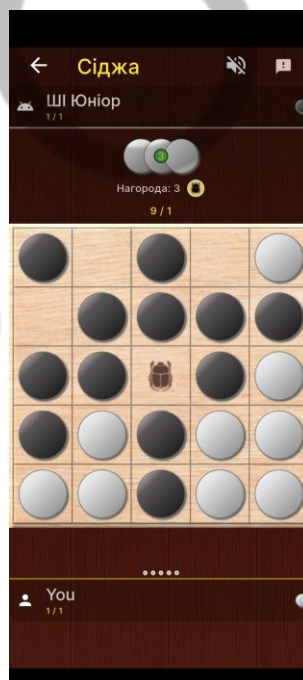


Рисунок 1 — Реалізація гри Seega для мобільних платформ

Як і в шахах, мета гри — захопити («побити») всі фішки противника. Однак, на відміну від шашок, в Seega немає сталого початкового розташування фішок. Гра складається з двох фаз. Перша фаза — розміщення фігур — визначає початковий розподіл, який сильно впливає на хід другої фази. Друга фаза — переміщення фігур на одну клітинку по горизонталі або вертикалі, з можливістю захоплення фігур суперника методом “затискання” між двома своїми [1].

Розробка алгоритмів для гри Seega має низку особливостей та викликів:

- Двофазність гри: стратегія на фазі розміщення відрізняється суттєво від стратегії переміщення й захоплення. Оптимальні ходи в першій фазі мають передбачати, які можливості з'являться у другій.
- Великий простір станів, особливо під час розміщення: кількість можливих комбінацій розміщення фігур зростає експоненційно із збільшенням розміру дошки.
- Нечітка модель для оцінки: оскільки багато ходів та потенційних результатів залежать від комбінацій, формування якісної функції оцінки (evaluation function) є складним завданням.
- Варіанти правил: різні джерела надають різні варіанти правил (наприклад, як поводитися, коли гравець не може ходити, чи дозволяється багаторазове захоплення одним ходом і т.д.). Це потребує узгодження й адаптації алгоритму.
- Складність при розширених дошках: зростання дошки до 7×7 або 9×9 значно ускладнює пошук, а мінімакс з повним переглядом може стати неприйнятним з точки зору обчислювальних ресурсів.

Існує декілька робіт, присвячених розробці ШІ-ботів для гри в Seega [2,3].

При розробці гри для мобільних платформ також треба враховувати такий чинник, як деяка обмеженість ресурсів платформи.

В ході дослідження були розроблені наступні ШІ-боти для гри:

1. Random (випадковий). На кожному кроці обирає довільний легальний хід (або клітину для розміщення).

2. Heuristic (евристичний). Розміщення: оцінка по мобільності (кількість доступних ходів після розміщення), невелика перевага центру, мінімальна оцінка варіантів із суміжністю з фігурами опонента. Переміщення: пріоритет — ходи з негайним захопленням; якщо захоплення немає — оцінка позиції через функцію `evaluate_board` (різниця фігур, мобільність, контроль центру, вразливість фігур).

3. Minimax з α - β обрізанням: два варіанти. Для розміщення перший варіант використовує ту саму евристику, другий — вагові коефіцієнти клітин на дошці, що наведені в табл.1. Для фази переміщення — мінімакс з α - β обрізанням; у симуляції глибина обрізання = 2 (щоб зберегти реалістичний час обчислення).

Таблиця 1 - вагових коефіцієнтів клітин на дошці для фази розміщення для дошки 5×5

7	5	10	5	7
5	1	8	1	5
10	8	0	8	10
5	1	8	1	5
7	5	10	5	7

Таблиця враховує можливості фішок в тій чи іншій клітині захоплювати або бути захопленою. Більший коефіцієнт означає більшу вірогідність для клітини бути використаною при розміщенні.

В ході симуляції для кожної пари ботів (A vs B) було запущено по 300 партій. Для усунення стартової переваги ролі ботів чергувалися. Результати симуляції наведені в табл. 2.

Таблиця 2 — результати симуляції ігор між ботами

Пари (A vs B)	Перемоги A	Перемоги B	Коефіцієнт A	Коефіцієнт B
Random vs Heuristic	23	277	0.08	0.92
Random vs Minimax1	26	274	0.09	0.91
Random vs Minimax2	12	288	0.04	0.96
Heuristic vs Minimax1	31	269	0.11	0.89
Heuristic vs Minimax2	25	275	0.08	0.92
Minimax1 vs Minimax2	83	217	0.28	0.72

Результати демонструють, що прості евристики значно кращі за випадкову гру. Мінімакс з обмеженою глибиною дає ще більшу перевагу.

З урахуванням результатів експерименту були розроблені мобільні реалізації гри Seega для Android [4] та iOS [5]. В цих реалізаціях використовується три рівні ШІ: Початківець, Юніор, Мастер. Початківець використовує стратегію Random для фази розміщення, Юніор та Мастер — таблицю вагових коефіцієнтів. Всі три бот використовують мінімакський алгоритм з різною глибиною перегляду. Такий підхід дозволяє користувачам обирати бота відповідно до свого рівня майстерності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Seega. Режим доступу: <https://www.bead.game/games/traditional/seega>
2. Ahmad Aljaafreh, Naeem Al-Oudat. Development of a Computer Player for Seejeh (A.K.A Seega ... Deep Reinforcement Learning). Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919316783>
3. Ashraf M. Abdelbar, Sherif Ragab, Sara Mitri. Applying Co-Evolutionary Particle Swarm Optimization to the Egyptian Board Game Seega. Режим доступу: <https://infoscience.epfl.ch/server/api/core/bitstreams/32c85f55-9089-4213-a468-9e5d5fee4a32/content>
4. Android-версія гри Seega. Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.xbasoft.seega>
5. iOS-версія гри Seega. Режим доступу: <https://apps.apple.com/app/seega/id6747625630>

УДК 004.946:004.77

ІОТ ЕКОСИСТЕМА ЯК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ІННОВАЦІЙНИХ ІГОР

ЦАП Д. І. (denys.tsap-ip232@nung.edu.ua),
ЦАРЕВА О.С. (oleksandra.tsareva@nung.edu.ua)

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

У цій роботі розглянуто IoT-екосистему як платформу для інноваційних ігор. Показано, що інтеграція носимих пристроїв, сенсорів та систем “розумного дому” відкриває нові можливості для персоналізації й адаптивності геймплею. Зазначено переваги та виклики впровадження IoT у геймінг, а також перспективи застосування у сфері освіти, медицини та соціальної взаємодії.

Постановка проблеми. Індустрія відеоігор постійно інтегрує нові технології, однак традиційні платформи обмежені лише екранами та контролерами. Сучасні гравці прагнуть більшого занурення та персоналізації геймплею, що традиційні підходи не завжди забезпечують. При цьому зростання кількості смарт-пристроїв у повсякденному житті створює умови для нових форм інтерактивності. Однак впровадження IoT у геймінг пов'язане з низкою проблем: необхідністю захисту персональних даних, відсутністю стандартів взаємодії між пристроями та технічними складнощами інтеграції сенсорів. Це ставить завдання пошуку ефективних рішень для адаптивних та персоналізованих ігрових екосистем.

Перелік вирішених питань. Проаналізовано проблеми персоналізації та інтерактивності сучасних ігор і визначено шляхи їх вирішення за допомогою IoT-екосистем. Встановлено, що підключення носимих пристроїв, сенсорів та елементів “розумного дому” дозволяє створювати персоналізований та адаптивний геймплей, де сценарій та складність гри підлаштовуються під стан і активність користувача. Використання IoT у поєднанні з AR/VR сприяє формуванню більш інтерактивного імерсивного середовища, а також забезпечує багатоканальну взаємодію між гравцями. Крім того, інтеграція IoT дозволяє розширити застосування ігор на освітні та медичні цілі, включаючи навчання, тренування та реабілітацію. Впровадження сучасних технологій

хмарних обчислень, блокчейну та штучного інтелекту забезпечує більшу безпеку та сумісність систем, що робить ігровий процес ефективнішим і більш привабливим для користувача.

Виклад основного матеріалу. Індустрія відеоігор сьогодні є однією з найбільш динамічних сфер цифрової культури, яка постійно інтегрує найновіші технології. Одним із напрямів, що визначає перспективи розвитку ігор у найближчі роки, є Інтернет речей (Internet of Things, IoT). Ця технологія, яка передбачає взаємозв'язок між фізичними пристроями та цифровими платформами, формує цілі екосистеми, де дані передаються, аналізуються та використовуються для створення адаптивного середовища. У контексті геймінгу IoT стає основою для виникнення інноваційних ігор, які здатні виходити за межі традиційних екранів і консолей та охоплювати фізичний простір гравця.

Актуальність використання IoT у сфері геймінгу обумовлена кількома факторами. По-перше, зростання кількості смарт-пристроїв у повсякденному житті користувачів створює умови для їх активного залучення до ігрових сценаріїв. По-друге, сучасні гравці все більше прагнуть до занурення у гру, і саме IoT здатен забезпечити новий рівень імерсії, коли події у грі безпосередньо пов'язані зі станом організму користувача чи навколишнім середовищем.

Ігри, що базуються на IoT, мають широкий спектр застосувань. IoT робить ігри більш персоналізованими та контекстно залежними, оскільки може враховувати дані про стан користувача та навколишнє середовище.[1] Визначення стану користувача відбувається через зчитування за допомогою носимих пристроїв, наприклад смарт-годинників чи фітнес-браслетів. Такі механіки особливо ефективні у спортивних іграх та тренажерах, де гейміфікація процесу тренування стимулює користувача до більшої активності. Крім того, інтеграція з елементами “розумного дому” дозволяє створювати багатоканальне відчуття присутності у грі: зміна освітлення, температури або звукових ефектів у кімнаті може синхронізуватися з подіями у віртуальному світі, посилюючи емоційне сприйняття.

IoT також відкриває нові можливості для соціальної взаємодії. Наприклад, ігри можуть отримувати та надсилати сповіщення через носимі пристрої навіть тоді, коли користувач не перебуває безпосередньо у грі. Це дозволяє підтримувати постійний зв'язок між гравцями, створюючи ефект “розширеної реальності”, де межа між грою та повсякденним життям поступово стирається. Особливу перспективу має поєднання IoT із системами доповненої та віртуальної реальності, адже в такому випадку користувач занурюється у максимально інтерактивне середовище, де його фізичні дії, біологічні параметри та просторове оточення є невід'ємними елементами ігрового процесу. Аргументоване на дослідженні, що використання адаптивної складності у іграх для реабілітації дітей з аутизмом (наприклад, через динамічну регуляцію візуального шуму, складності завдань та нагородної системи) дозволяє підтримувати залучення та мотивацію гравця в межах оптимального 'flow'.

Разом з тим, розвиток інноваційних ігор на базі IoT пов'язаний із низкою викликів. Серед основних проблем можна виділити питання безпеки даних і захисту приватності користувачів. Оскільки такі ігри збирають велику кількість персональної інформації – від показників серцебиття до даних про місцезнаходження, – існує ризик їх витоку чи несанкціонованого використання. Ще одним обмеженням є відсутність єдиних стандартів взаємодії між різними IoT-пристроями, що ускладнює створення універсальних ігрових платформ. Однак розвиток технологій хмарних обчислень, блокчейну та систем штучного інтелекту поступово знижує ці бар'єри, забезпечуючи більшу сумісність і захищеність. Більшість медичних serious games з використанням IoT поєднуються зі штучним інтелектом для реабілітації рухових функцій, хоча лише невелика частка проєктів реалізує повноцінну інтеграцію сенсорних даних у геймплей.[2]

Варто також зазначити, що використання IoT у геймінгу має значний потенціал у сфері “serious games”, тобто ігор, що створені не лише для розваги, а й для навчання, медицини чи соціальних практик. Наприклад, ігри з підключенням до сенсорів здоров'я можуть допомагати у реабілітації пацієнтів, контролювати їхній фізичний стан і робити лікувальні процедури більш цікавими. В освітніх іграх IoT може застосовуватися для формування інтерактивних лабораторій, де фізичні об'єкти взаємодіють з віртуальними середовищами. Таким чином, інтеграція IoT у геймінг виходить за межі чисто розважальної сфери і стає інструментом соціального та освітнього впливу.

У підсумку можна стверджувати, що IoT-екосистема є перспективною платформою для створення інноваційних ігор нового покоління. Аналітики прогнозують, що вже до 2025 року кількість IoT-пристроїв перевищить 22 мільярди, що відкриває практично необмежені можливості для їх використання в ігровій індустрії.[3]

Висновки. Використання IoT у геймінгу демонструє себе як ефективний інструмент для підвищення персоналізації, інтерактивності та залучення користувачів. Інтеграція носимих пристроїв, сенсорів та елементів “розумного дому” робить ігровий процес більш адаптивним і цікавим, а поєднання з AR/VR забезпечує високий рівень занурення у віртуальне середовище. Успішні приклади, такі як тренувальні та реабілітаційні ігри з сенсорами стану здоров'я, показують, що правильно інтегровані IoT-механіки здатні не лише утримувати увагу гравця, а й стимулювати його активність, сприяючи соціальному або освітньому ефекту. Такий підхід допомагає розширити сферу застосування ігор, покращити взаємодію користувача з технологіями та підвищити ефективність процесу навчання чи реабілітації. Щоб досягти максимального результату, розробникам варто інтегрувати IoT та адаптивні елементи у дизайн ігор, орієнтуючись на потреби та фізіологічні особливості потенційної аудиторії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IoT and Sports: A World of Possibilities | IoT For All. *IoT For All*. URL: <https://www.iotforall.com/iot-in-sports-a-world-of-possibilities> (date of access: 10.09.2025).
2. The Role of AI in Serious Games and Gamification for Health: Scoping Review. *JMIR Serious Games*. URL: <https://games.jmir.org/2024/1/e48258/citations> (date of access: 10.09.2025).
3. Top Five Benefits of IoT in Gaming. *IOT2MARKET*. URL: <https://iot2market.com/newsView/top-five-benefits-of-iot-in-gaming?> (date of access: 10.09.2025).

УДК 004.8:37.018.43:655

ІНТЕРАКТИВНЕ АІ-СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ПОЛІГРАФІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Паола ЧІНКУЕ, Камелія ЧІНКУЕ (paola.chinkue.ki.2023@lpnu.ua)
Інститут поліграфії та медійних технологій НУ «Львівська політехніка»

У роботі досліджено роль інтерактивних АІ-середовищ у підготовці майбутніх фахівців поліграфічної галузі. Розкрито потенціал адаптивних платформ для індивідуалізації навчального процесу, моделювання виробничих завдань та інтеграції сучасних цифрових інструментів у викладанні поліграфічних технологій.

Постановка проблеми та актуальність. Сучасна поліграфічна освіта перебуває на етапі активної цифрової трансформації, що потребує впровадження нових інтелектуальних засобів для забезпечення високої якості підготовки фахівців. Інтерактивні АІ-середовища виступають унікальними інструментами оптимізації навчального процесу, оскільки дозволяють поєднувати візуалізацію виробничих процесів, автоматизовану перевірку знань і створення адаптивних навчальних траєкторій. Технології цифрового друку, такі як лазерний і струменевий друк, відкривають нові можливості для інтеграції практичних навичок у навчальний процес. Водночас постає проблема недостатнього оснащення навчальних закладів сучасним обладнанням та необхідності адаптації навчальних програм до швидких змін у галузі. Актуальність цих питань зростає на фоні інтенсивної цифровізації освіти та формалізації міждисциплінарних зв'язків.

Метою системи інтерактивного навчання для поліграфічних спеціальностей є створення сучасного інструменту, що поєднує візуалізацію технологічних процесів та адаптивні методи перевірки знань для підвищення ефективності навчання. Система повинна забезпечити інтеграцію цифрових технологій у навчальний процес, створюючи інтелектуальне середовище для практичного освоєння основ поліграфії. **Завданнями** розробки є проєктування інтерактивних

модулів для вивчення поліграфічно орієнтованих технологій, автоматизація процесу оцінювання знань студентів, а також впровадження механізмів персоналізації навчального досвіду для кожного користувача, що сприятиме покращенню якості підготовки фахівців інженерного профілю.

Виклад суті дослідження. Використання штучного інтелекту у викладанні поліграфічних технологій сприяє розвитку ключових компетентностей: роботи з цифровим друком, управління кольором, автоматизованого верстання та контролю якості друкарських відбитків. Завдяки інтеграції AI-систем студенти можуть виконувати практичні завдання, що моделюють реальні виробничі ситуації, зокрема розрахунок параметрів друку, аналіз стабільності кольору чи прогнозування можливих відхилень у тиражуванні.

Особлива увага була приділена будові ієрархічної структури навчального середовища. Тут були охоплені кілька взаємопов'язаних рівнів: базовий (теоретичні знання і тестові завдання), прикладний (виробниче моделювання), аналітичний (оцінка стабільності тиражу та кольоропередачі) та креативний (розробка інноваційних поліграфічних рішень). Така багаторівнева структура проєктованого інтерактивного модуля дає змогу підвищити ефективність навчання та забезпечити узгодженість із потребами сучасного ринку поліграфії.



Рис. 1 – Ієрархічна структура інтерактивного AI-середовища в навчанні поліграфії

Висновки. Таким чином, виконане дослідження показало, що інтерактивні AI-системи в освітньому процесі поліграфічних спеціальностей є не лише інструментом навчання, а й засобом підготовки конкурентоспроможних кадрів до роботи в умовах цифрової трансформації галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артамонов С.В. Технології цифрового друку: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2020.
2. Чінкує П., Чінкує К. Цифрове мистецтво. Тези доповідей студентської наукової конференції УАД. Львів, 2024. С. 13.
3. Чінкує К., Чінкує П. Штучний інтелект в поліграфії. Квалілогія книги, № 6, 2025. С. 53-54.

УДК 004.712:004.451

ДИНАМІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ГРАФІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ МІЖ IGPU ТА DGPU В ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

ШВЕЦЬ Д. В., КАРАБУТ Н. О. (dmitriy.shvets@knu.edu.ua)

Криворізький національний університет

Розглядається проблема динамічного розподілу графічних навантажень між інтегрованими та дискретними графічними процесорами в сучасних операційних системах. Досліджено архітектурні особливості гібридних рішень та роль драйверів у виборі оптимального адаптера, а також відмінності підходів, реалізованих у Windows та Linux. Проаналізовано методи

автоматичного перемикавання адаптерів в реальному часі. Запропоновано перспективні напрями розвитку, що полягають у впровадженні інтелектуальних планувальників, використанні технологій віртуалізації GPU, інтеграції з хмарними сервісами та створенні уніфікованих кросплатформених API.

Сучасні обчислювальні системи в більшості випадків поєднують інтегровані та дискретні графічні процесори (iGPU та dGPU відповідно). Такі рішення дозволяють одночасно досягати як енергоефективності, так і високої продуктивності при роботі. Водночас виникає задача забезпечення балансу між цими характеристиками, що зумовлює потребу в наявності механізмів динамічного розподілу графічних навантажень в операційних системах. Метою дослідження є аналіз архітектурних особливостей гібридних графічних систем та розгляд підходів до управління навантаженням на рівні операційних систем.

Характеризуючи архітектуру гібридних графічних систем можна зазначити, що інтегровані графічні процесори характеризуються низьким енергоспоживанням і придатні для виконання базових завдань, пов'язаних з нескладною графікою та офісними додатками. Натомість дискретні графічні процесори забезпечують значно вищу обчислювальну потужність і використовуються для вимогливих до ресурсів ігор чи обробки складних візуалізацій. Основна проблема гібридних систем полягає у потребі в швидкій та коректній передачі контексту рендерингу між GPU, що вимагає якісної підтримки з боку драйверів та операційної системи [1]. Прикладами таких рішень є NVIDIA Optimus, AMD Switchable Graphics та Intel Dynamic Graphics Switching.

Управління графічними ресурсами в гібридних системах відбувається на стику трьох рівнів: апаратного, драйверного та рівня операційної системи. Кожен із них має власні механізми впливу на розподіл завдань між інтегрованим і дискретним графічними процесорами, а ефективність кінцевої системи залежить від їхньої узгодженої взаємодії.

На апаратному рівні ключову роль відіграє конструктивне рішення виробника, що визначає, як iGPU та dGPU підключені до системної шини, як організовано доступ до оперативної пам'яті та чи існує прямий канал обміну між адаптерами. Наприклад, у деяких ноутбуках з інтегрованою та дискретною графікою вся візуалізація виводиться через iGPU, що знижує енергоспоживання, але створює додаткові затримки при обробці складних сцен. В інших випадках реалізується пряме виведення з dGPU на дисплей, що зменшує затримки, проте збільшує споживання енергії.

На рівні драйверів основні завдання зводяться до аналізу контексту виконуваних програм і передачі цього контексту між GPU. Наприклад, технологія NVIDIA Optimus здатна автоматично визначати, чи є додаток високопродуктивним, і в такому випадку передавати рендеринг на dGPU, водночас залишаючи виведення кадру через iGPU. Це дозволяє оптимізувати баланс між продуктивністю та автономністю. Аналогічні підходи застосовують AMD Switchable Graphics та Intel Dynamic Graphics Switching, однак якість роботи суттєво залежить від сумісності конкретного драйвера з операційною системою та прикладним програмним забезпеченням.

Рівень операційної системи виступає як посередник між апаратними можливостями та драйверами. У Windows управління реалізовано через інтеграцію з графічним API DirectX, що дозволяє ОС взаємодіяти з драйверами й визначати, на якому адаптері запускати певний процес. Починаючи з Windows 10, користувач може у налаштуваннях вручну призначати графічний процесор для окремих програм, проте система також використовує власні евристики для автоматичного вибору.

У Linux ситуація відрізняється. Завдяки відкритій архітектурі ОС надає більше можливостей для експериментальних і дослідницьких рішень. Механізми PRIME і DRI (Direct Rendering Infrastructure) забезпечують взаємодію між різними GPU, дозволяючи перенаправляти обчислення або виведення на потрібний адаптер. Це створює зручні сценарії для користувача, хоча й потребує вищої кваліфікації при налаштуванні системи.

У кожній з моделей є свої переваги та недоліки. Windows пропонує кращу інтеграцію з популярними комерційними додатками та високу стабільність, тоді як Linux вирізняється дослідницькою гнучкістю й можливістю створення кастомних алгоритмів розподілу навантаження. Спільним напрямом розвитку для обох платформ є поступовий перехід від статичних налаштувань до динамічного, інтелектуального керування, де операційна система

самостійно визначає оптимальний графічний адаптер залежно від типу завдання, рівня навантаження та вимог користувача.

Таким чином, динамічний розподіл графічних навантажень у гібридних системах є важливим завданням. Традиційний підхід полягав у тому, що користувач самостійно обирає, яка програма має запускатися на певному процесорі, і цей вибір залишався незмінним до завершення роботи програми. Однак такий статичний сценарій є малоприматим у ситуаціях, коли характер навантаження змінюється динамічно. Сучасні операційні системи дедалі більше орієнтуються на автоматизоване керування, яке дозволяє в реальному часі оцінювати інтенсивність навантаження та приймати рішення про доцільність перемикавання на дискретний адаптер. У таких умовах важливим є не лише момент перемикавання, а й здатність системи передбачити подальший розвиток подій. Якщо система здійснює перемикавання занадто пізно, користувач стикається з різким падінням частоти кадрів або затримками в обробці. Якщо ж перемикавання відбувається завчасно й без потреби, це призводить до надмірного енергоспоживання та підвищення температури пристрою.

Щоб уникнути зазначених проблем, у сучасних розробках усе частіше застосовуються методи прогнозування на основі машинного навчання. Алгоритми аналізують поточні характеристики завантаження системи, типи команд, що надходять у графічний конвеєр, історію виконання додатків і навіть поведінку користувача. На основі цих даних формується модель, здатна передбачити, яке саме навантаження очікується найближчим часом. Наприклад, якщо користувач відкриває редактор з підтримкою тривимірної графіки, система може ще до фактичного зростання навантаження активувати дискретний процесор, запобігаючи падінню продуктивності. Додатковим аспектом є оптимізація передачі контексту між графічними процесорами. Оскільки перемикавання супроводжується необхідністю синхронізації стану пам'яті, об'єктів сцени та буферів кадрів, ефективність алгоритму визначається не лише точністю прогнозу, а й здатністю мінімізувати затримки під час такого перенесення. У цьому контексті перспективним напрямом є використання гібридних моделей, де частина даних завжди дублюється в обох GPU, що дозволяє скоротити час переходу між ними, хоча й вимагає додаткових ресурсів.

Таким чином, методи динамічного розподілу навантаження поступово еволюціонують від простих евристичних правил, що ґрунтуються на визначенні класу додатка, до складних інтелектуальних систем, здатних передбачати графічні потреби й реагувати на них проактивно. Це відкриває шлях до створення операційних систем, у яких вибір графічного процесора стає невидимим для користувача, а баланс між продуктивністю та енергоефективністю досягається автоматично.

Попри значний прогрес у розвитку технологій динамічного перемикавання між iGPU та dGPU, існує низка проблем, які обмежують їхню ефективність. Однією з головних є затримка під час передачі контексту між процесорами, що проявляється у вигляді короточасних «лагів» і негативно впливає на плавність роботи додатків. Іншою перешкодою є несумісність драйверів і графічних API: у багатьох випадках коректність перемикавання залежить від конкретного програмного забезпечення, що створює ризик нестабільності. До цього додаються апаратні обмеження, пов'язані з пропускнуою здатністю шини та організацією доступу до пам'яті, які не дозволяють повністю усунути втрати продуктивності. У результаті навіть сучасні системи змушені балансувати між швидкістю, сумісністю та енергоефективністю.

Подальший розвиток систем динамічного розподілу графічних навантажень пов'язаний насамперед із появою інтелектуальних планувальників на рівні операційних систем. Такі планувальники мають інтегрувати механізми аналізу поточного стану системи з алгоритмами прогнозування, здатними передбачати майбутні навантаження. Це дозволить мінімізувати затримки. Важливим напрямом є й використання технологій віртуалізації графічних процесорів, що забезпечують поділ ресурсів між кількома процесами або навіть операційними системами, що відкриває можливості для більш гнучкого управління й рівномірного розподілу графічних завдань. Ще однією перспективною тенденцією є інтеграція гібридних систем з хмарними сервісами. У такому випадку локальні ресурси можуть доповнюватися віддаленими GPU, що дозволить виконувати складні обчислювальні чи візуалізаційні завдання навіть на пристроях з обмеженою апаратною потужністю. Завершальним напрямом розвитку є створення уніфікованих інтерфейсів програмування, здатних забезпечити кросплатформену підтримку гібридної графіки. Наявність

таких API дозволить стандартизувати процес розподілу навантаження між iGPU та dGPU, зменшивши залежність від конкретних драйверів і полегшивши розробку програмного забезпечення.

Таким чином, динамічний розподіл графічних навантажень між iGPU та dGPU є одним із ключових завдань у розвитку сучасних гібридних систем. Сьогоднішні рішення все ще зберігають певні обмеження, пов'язані із затримками, сумісністю та апаратними бар'єрами. Використання штучного інтелекту й технологій віртуалізації у майбутньому здатне значно підвищити ефективність цих систем, зробивши їх більш придатними як для масового користувача, так і для професійних застосунків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] E. Leria, M. Makitalo, J. Ikkala, and P. Jääskeläinen, "Dynamic load balancing for real-time multiview path tracing on multi-GPU architectures," *Virtual Reality & Intell. Hardware*, vol. 7, no. 4, pp. 393–405, Aug. 2025. Accessed: Sep. 12, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2022.08.013>

УДК 004.89

ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУР МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ У КОМАНДНИХ ІГРАХ

ШЕВЧЕНКО І.В., ШЕВЧЕНКО Т.А.

(i.shevchenko@khai.edu, t.a.shevchenko@student.khai.edu)

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Проведено аналіз основних архітектур мультиагентних систем (МАС) у командних іграх: реактивна, рольова, ієрархічна, спеціалізована та навчальна/адаптивна. Для кожної архітектури визначено структурні компоненти, переваги та недоліки, а також показано, що вибір архітектури впливає на поведінку команди. Обґрунтовано перспективність гібридних підходів, які поєднують різні архітектури для досягнення балансу між простотою реалізації, швидкістю реакції та адаптивністю системи.

Актуальність. Мультиагентні системи сьогодні є одним із ключових напрямів досліджень у сфері штучного інтелекту. Агент [1, 2] – це автономна програмна сутність, яка сприймає середовище, ухвалює рішення та виконує дії для досягнення своєї цілі. Мультиагентна система [1, 2] – це система, яка складається з кількох автономних агентів, які взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем для досягнення індивідуальних або спільних цілей.

Командні ігри, зокрема футбол, баскетбол або хокей, є цікавим прикладом для реалізації мультиагентних систем: 1) у таких іграх кожен гравець є агентом, який має власну роль, обмежене бачення ситуації та можливість приймати рішення; 2) гра завжди передбачає кооперацію всередині команди та конкуренцію із суперником, що робить середовище складним і наближеним до реальних життєвих задач; 3) командні ігри вимагають швидкої реакції, планування та гнучкої адаптації, що є типовими викликами для сучасних систем штучного інтелекту.

Як агент ухвалює рішення у грі, залежить від його архітектури – структури та принципів роботи внутрішніх механізмів, які визначають: як агент сприймає середовище, як він обробляє отриману інформацію і як він вибирає дію відповідно до своєї цілі та ролі в команді. Іншими словами, архітектура агента описує, як саме влаштований його «розум».

Зазвичай архітектура індивідуального агента складається з таких компонентів: сенсори (perception), модуль прийняття рішень (decision-making), актуатори (actions), цілі або функція корисності (goals/utility). У командних іграх архітектура агента повинна враховувати не лише індивідуальні дії, а й координацію з іншими агентами, для чого потрібні додаткові модулі, які відповідають за комунікацію і планування на рівні команди.

Дослідження архітектур мультиагентних систем [1-3] у командних іграх є актуальною задачею,

яка дозволить краще зрозуміти принципи колективної поведінки, створювати ефективні алгоритми координації та комунікації між агентами, а також наближати розвиток штучного інтелекту до реальних застосувань, де потрібна взаємодія багатьох автономних систем.

Постановка проблеми. Проведемо аналіз архітектур мультиагентних систем у командних іграх з метою виявлення їх особливостей структури, переваг і недоліків, а також обґрунтуємо перспективність гібридних підходів.

Основна частина. Одним із найпростіших і водночас найпоширеніших підходів до побудови агентів у командних іграх є реактивна архітектура, головна ідея якої полягає в тому, що агент не будує складних моделей середовища і не займається довготривалим плануванням, натомість він працює за принципом «стимул → реакція». Це означає, що агент сприймає ситуацію і миттєво обирає відповідну дію на основі заздалегідь визначених правил типу «якщо – тоді». Рішення ухвалюються миттєво, без складних обчислень. Агент реагує тільки на поточний стан середовища, не аналізує попередні дії й не прогнозує майбутнє. Кожен агент орієнтується лише на свою найближчу ситуацію, не завжди узгоджуючи дії з партнерами. Такі агенти нагадують інстинктивну поведінку: вони діють швидко, але не завжди оптимально.

Наведемо приклад правил для гри у футбол для реактивного агента-гравця: «Якщо м'яч поруч – агент намагається його перехопити», «Якщо суперник із м'ячем наближається – агент блокує його», «Якщо гравець отримав м'яч біля воріт суперника – він одразу б'є по воротах».

Перевагами реактивної архітектури є простота реалізації та програмування, висока швидкодія, що особливо важливо у динамічних іграх, надійність у стандартних, часто повторюваних ситуаціях.

До недоліків даної архітектури можна віднести відсутність складних командних стратегій (гравці можуть «плутатися» один одному під ногами), нездатність до адаптації в нових, нетипових умовах, а також відсутність довгострокових планів і передбачення дій суперника.

Іншим поширеним підходом до організації мультиагентних систем у командних іграх є архітектура на основі ролей або рольова архітектура, коли всі агенти побудовані за однаковим принципом, але кожен із них виконує певну роль у команді, яка визначає набір допустимих дій, пріоритетів та поведінкових правил для конкретного агента.

Агент має універсальну архітектуру: він може сприймати середовище, ухвалювати рішення та виконувати дії. Під час ініціалізації або в процесі гри кожному агенту призначається роль (воротар, захисник, півзахисник чи нападник) і логіка прийняття рішень буде враховувати цю роль. Універсальний агент має набір можливих стратегій, але його роль виступає фільтром, який визначає: які дії доступні, які дії є пріоритетними, як агент оцінює успіх своєї поведінки. Наприклад, якщо два агенти знаходяться біля м'яча, то захисник спробує відбити його назад, а нападник – навпаки, піде в атаку.

Перевагами архітектури на основі ролей є баланс простоти та гнучкості (архітектура однакова для всіх, але ролі дають різноманітність поведінки), можливість зміни ролей у реальному часі (під час атаки захисник може підключитися до нападу), а також наближення до реальних командних ігор, де ролі чітко розподілені.

До недоліків даної архітектури можна віднести обмеженість індивідуальної адаптації (агент іноді діє строго за своєю роллю, навіть якщо ситуація вимагає нестандартного рішення), потребу у додаткових механізмах координації, щоб ролі не конфліктували між собою, а також можливе виникнення дисбалансу, якщо ролі розподілені не оптимально.

Ієрархічна архітектура є одним із підходів до організації мультиагентних систем у командних іграх, який передбачає поділ функцій між агентами на різних рівнях управління.

На відміну від реактивної або рольової архітектури, тут існує центральний або координаційний рівень, який планує дії команди в цілому, та локальний рівень, на якому окремі агенти виконують конкретні завдання на полі. На координаційному рівні знаходиться агент-«тренер», який аналізує стан гри та розподіляє загальні цілі для команди, наприклад, визначає, що команда переходить в атакуючу стратегію, або який гравець повинен підтримувати позицію при обороні. На локальному рівні агенти-«гравці» виконують призначені дії відповідно до своєї ролі та вказівок координаційного рівня.

Перевагами ієрархічної архітектури є координація всієї команди стає простішою, гнучка адаптація стратегії до динамічних змін на полі, а також можливість інтегрувати різні типи агентів

– рольових, реактивних або навчальних.

До недоліків даної архітектури можна віднести потребу у додаткових ресурсів на управлінський рівень, можливе зменшення автономності окремих агентів (за умови якщо координаційний блок надто жорсткий), а також падіння ефективності всієї команди у випадку відмови або помилки координаційного рівня.

Архітектура з окремими спеціалізованими агентами передбачає створення окремих типів агентів для різних ролей у командній грі. На відміну від архітектури на основі ролей, де всі агенти універсальні і отримують роль як параметр, в даній архітектурі для кожної ролі команди створюється спеціалізований агент, наприклад, Agent_Defender – захисник, Agent_Midfielder – півзахисник, Agent_Striker – нападник, Agent_Goalkeeper – воротар.

Перевагами даної архітектури є висока ефективність кожного гравця, оскільки логіка враховує тільки конкретну роль, простота навчання агентів у середовищі зі штучним інтелектом, можливість складних тактик та комбінацій, оскільки кожен агент виконує роль максимально оптимально.

До недоліків можна віднести меншу гнучкість при зміні ролей (складно динамічно перевести захисника у нападника під час гри), потребу у більших ресурсах на розробку через необхідність створення окремих архітектур для кожного типу агента, а також складність інтеграції через потребу у забезпеченні ефективної комунікації між різними типами агентів.

Сучасним підходом у мультиагентних системах для командних ігор є навчальні або адаптивні архітектури, де поведінка агентів визначається не тільки заздалегідь заданими правилами, а й автоматично формується шляхом навчання. В такій архітектурі агенти не мають фіксованої логіки для кожної ролі, а поступово вчаться ухвалювати оптимальні рішення на основі досвіду. Для реалізації такої архітектури часто використовується Multi-Agent Reinforcement Learning (MARL) [3] – метод, де агенти отримують винагороду за досягнення певної мети (забитий гол або успішну передачу) і коригують свою стратегію для максимізації сумарної користі. Такі агенти можуть змінювати свою поведінку під час гри залежно від дій суперників і партнерів, вони не тільки вчаться самі, а й враховують дії команди, щоб покращити взаємодію, можуть виконувати різні функції залежно від ситуації, навіть якщо спочатку він був спеціалізованим, система винагород стимулює кооперативну або конкурентну поведінку такого агента.

Перевагами таких агентів є їх висока адаптивність і гнучкість, можливість відкритого розвитку, висока ефективність у складних, динамічних середовищах.

До недоліків можна віднести складність навчання, непередбачуваність поведінки, необхідність коректної постановки винагороди.

Висновки. Підсумовуючи аналіз різних архітектур мультиагентних систем у командних іграх, можна виділити кілька ключових моментів. Вибір архітектури безпосередньо впливає на те, як команда поводить себе на полі: простий реактивний агент діє швидко, але обмежено, тоді як складніші архітектури дозволяють реалізувати координацію, планування та адаптацію до дій суперників. Кожна архітектура має свої переваги та обмеження: реактивні та рольові архітектури підходять для базових симуляцій і швидких прототипів; ієрархічна архітектура забезпечує ефективну координацію та планування, але потребує ресурсів для верхнього рівня; архітектура з спеціалізованими агентами дозволяє створювати високоефективних гравців, але менш гнучка щодо зміни ролей; навчальні або адаптивні системи є найбільш перспективними для динамічних середовищ, проте вимагають великих обчислювальних ресурсів і часу на навчання.

У сучасних дослідженнях і практичних симуляціях часто використовують поєднання архітектур. Наприклад, можна поєднувати спеціалізованих агентів із навчальними алгоритмами або рольових агентів з елементами ієрархії. Це дозволяє балансувати між простотою реалізації, швидкістю реакції та адаптивністю команди. Подальший розвиток гібридних та навчальних архітектур дозволить агентам ефективніше адаптуватися до непередбачуваних ситуацій. Інтеграція новітніх методів машинного навчання та алгоритмів планування підвищить ефективність командної взаємодії. Мультиагентні системи у спортивних симуляціях стануть ще більш реалістичними, наближаючись до поведінки професійних гравців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] T. Masterman, S. Besen, M. Sawtell, and A. Chao, "The landscape of emerging AI agent architectures for reasoning, planning, and tool calling: A survey," arXiv preprint, arXiv:2404.11584, 2024. doi: 10.48550/arXiv.2404.11584.
- [2] X. Li, S. Wang, S. Zeng, Y. Wu, and Y. Yang, "A survey on LLM-based multi-agent systems: workflow, infrastructure, and challenges," AI and Ethics, 2024. doi: 10.1007/s44336-024-00009-2.
- [3] C. Zhu, M. Dastani, and S. Wang, "A survey of multi-agent deep reinforcement learning with communication," Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol. 38, no. 4, 2024. doi: 10.1007/s10458-023-09633-6.

УДК 004.9

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ У СИСТЕМІ АВТОМАТИЧНОЇ ПЕРЕВІРКИ ПРОГРАМНОГО КОДУ

ЯКУБЕНКО О.В. (olexandr2000xd@gmail.com), РОМАНЮК О.В. (oroman@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет

Розглянуто інтеграцію елементів гейміфікації у систему автоматизованої перевірки програмного коду. Показано, що рейтинги, досягнення, відкрита статистика та додаткові нагороди підвищують мотивацію студентів, стимулюють активність і формують усвідомлене ставлення до навчання. Досліджено, що запровадження гейміфікаційних елементів дозволяє зробити процес навчання більш залученим, структурованим і цікавим, забезпечуючи прозору систему оцінювання та сприяючи ефективному контролю прогресу групи.

Вступ

Попри використання автоматизації в об'ємних задачах, таких як перевірка програмного коду групи студентів, важливо також розглянути тему заохочень та мотивації у навчальному процесі. Дослідження показують, що елементи гейміфікації, такі як рейтинги, досягнення та механіка змагань, підвищують зацікавленість студентів та стимулюють їх активніше й якісніше виконувати поставлені завдання [1]. Вдалими прикладами проєктів, де гейміфікацію успішно застосовано для вивчення програмування, є LeetCode [2], Codewars [3], GeeksforGeeks [4] та інші [5]. Особливо актуально це для дисциплін з високою складністю завдань і монотонністю практики. Завдяки впровадженню елементів гейміфікації в систему студенти можуть легше відстежувати власний прогрес та прогрес групи в цілому, що має підвищити зацікавленість у навчанні.

Постановка задачі

Зазвичай, велика кількість студентів не знаходить натхнення в програмуванні та відкладає його вивчення як дисципліни на останній план, часто вирішуючи завдання на мінімально допустимому для прохідного балу рівні. Автоматизована перевірка коду, хоч і надає швидкий фідбек, але не стимулює сам процес навчання. У багатьох студентів навчання асоціюється лише з нудним заучуванням теорії та монотонною практикою, де результат не завжди пропорційний витраченим зусиллям та ресурсам. В час, коли світ і так перевантажений різними факторами, що відволікають від навчання та є значно цікавішими, це досить критично. Простим та дієвим вирішенням є використання елементів гейміфікації, зокрема рейтингів, звичайних і жартівливих досягнень чи нагород та в цілому механіки змагання з відкритою статистикою.

Звісно, використання гейміфікації без автоматизованої перевірки й збору статистики буде малоефективним, адже замість інструмента мотивації воно перетворюється на додатковий обов'язок для викладачів.

Перелік вирішених завдань

Кожен елемент запропонованого рішення виконує окреме завдання:

- рейтинги стимулюють змагальний дух та підвищують активність студентів;

- досягнення мотивують виконувати складні завдання та проводити оптимізацію вже виконаних завдань;
- відкрита статистика допомагає відстежувати власний прогрес і порівнювати результати з одногрупниками;
- жартівливі та додаткові нагороди створюють дружню атмосферу навчання та заохочують креативне мислення;
- поєднання елементів гейміфікації з системою автоматизованої перевірки забезпечує автоматичне ведення статистики та призначення винагород без додаткового навантаження на викладача.

Виклад суті дослідження

Звичайно, автоматизація перевірки програмного коду хоч і значно спрощує роботу викладача, однак сама по собі не вирішує проблеми низької мотивації студентів та застарілих підходів у навчанні. Для створення ефективнішого процесу необхідно дивитися ширше: додавати нові цікаві елементи, поступово інтегруючи їх у навчання, щоб студенти відчували зацікавленість і отримували задоволення від виконання завдань.

Одним із таких рішень є запропонована гейміфікація системи перевірки коду. Рейтинги, досягнення, відкрита статистика та додаткові винагороди стимулюють активність студентів, підтримують інтерес і формують усвідомлене і відповідальне ставлення до власного навчання. Крім класичних механік, можливе використання інших варіантів гейміфікації: наприклад, випробувань, змагань, жартівливих або творчих завдань, які можна буде додавати до системи після її модифікації.

Такий підхід дозволяє не лише автоматизувати технічні процеси перевірки, але й поступово трансформувати навчальний процес, створюючи більш конкурентне та креативне середовище. Студенти отримують швидкий зворотний зв'язок, бачать свій прогрес і прогрес групи, а викладачі отримують прозору систему оцінювання без додаткового навантаження.

Застосування гейміфікації таким чином забезпечує баланс між автоматизацією рутинної роботи і мотиваційним залученням студентів, робить навчання цікавішим, більш структурованим і результативним.

Висновки

Отже, використання елементів гейміфікації у системі автоматизованої перевірки коду дозволяє підвищити мотивацію студентів та сформувати більш залучене навчальне середовище. Запровадження рейтингів, досягнень, відкритої статистики та додаткових нагород створює прозору систему оцінювання, яка підтримує активність студентів і надає викладачам ефективний інструмент для контролю прогресу без додаткового навантаження. Також такий підхід сприяє поступовому оновленню освітніх практик, дозволяє впроваджувати творчі та інтерактивні елементи, адаптовані під конкретні дисципліни, та забезпечує поєднання технічної автоматизації з педагогічними цілями, роблячи навчання більш результативним, структурованим і цікавим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Exploring the impact of gamification in e-learning modules – learning experience design blog.» ClueLabs. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://cluelabs.com/blog/exploring-the-impact-of-gamification-in-e-learning-modules>.
2. «LeetCode Online Judge.» LeetCode. Accessed: Sept. 15, 2025. [Online.] Available: <https://leetcode.com>.
3. «Codewars - Achieve mastery through coding practice and developer mentorship.» Codewars. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.codewars.com>.
4. «GeeksforGeeks: Computer Science Portal.» GeeksforGeeks. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org>.
5. А. Belovolchenko. «Від змагального програмування до ігор: 21 онлайн-платформа, що допоможе розробникам відточити навички.» dou.ua. Accessed: Sep. 15, 2025. [Online]. Available: <https://dou.ua/lenta/articles/online-platforms-for-skills-improving>.

Розділ 5.

Дизайн, арт та анімація (дизайн рівнів, саунддизайн, візуал та арт-складова ігор, анімація)

УДК 004.5

ЕСТЕТИКА ТА ВІЗУАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯК ДЕТЕРМІНАНТИ ІГРОВОЇ ПОВЕДІНКИ: АНАЛІЗ ЖАНРОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

С. АНДРЕЄВ (andreevgarage@gmail.com), В. АНДРЕЄВА (vandreeva813@gmail.com),

М. ПУСТОВАРОВА (mariapustovarova16@gmail.com),

Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей»

Чугуївської міської ради Харківської області

Стаття присвячена дослідженню естетичних та візуальних аспектів комп'ютерних ігор у контексті їхнього впливу на ігрову поведінку та залучення аудиторії. Аналізуються ключові компоненти ігрової естетики, зокрема арт-стиль, дизайн персонажів, аудіовізуальні ефекти та анімація, як визначальні фактори успішності геймдизайну. Розглядається, як віртуальна естетика формує новий тип гравця – Homo Mobiludens, — для якого віртуальна реальність стає простором для самореалізації, творчості та задоволення антропологічних потреб. Особлива увага приділяється значенню цих аспектів для розробників, маркетологів та дослідників ринку. Стаття обґрунтовує, що розуміння естетичних характеристик є критично важливим для створення захопливих ігрових світів та успішної взаємодії з гравцями.

Естетика та візуальні особливості у різних жанрах комп'ютерних ігор актуальна, оскільки комп'ютерні ігри є важливою частиною сучасної культури та розваг. Дослідження естетичних характеристик різних жанрів ігор допомагає краще зрозуміти їх привабливість для гравців, а також може бути корисним для розробників при створенні нових ігор та покращенні існуючих.

Знання особливостей естетики та візуальних особливостей у різних іграх також може бути корисно для маркетологів та дослідників ринку, оскільки дозволяє їм краще зрозуміти, які естетичні елементи можуть залучати певну аудиторію.

Розглядаючи феномен ігрової діяльності людини у просторі віртуальної реальності, ми можемо помітити як на зміну традиційній грі прийшов новий формат комп'ютерної гри, що має цілу низку особливостей [1].

Комп'ютерна гра є художньо-технологічним гібридом, в рамках якого заміщуються віртуальними об'єктами не лише реальні предмети, ігровий інвентар та інші засоби ігрової діяльності, але й інші гравці стають симулякрами.

Спираючись на класифікацію ігор, яка базується на інстинктах, свідомих й несвідомих потреб людини, ми спробували з'ясувати, як змінюється ігрова поведінка учасника у віртуальній реальності у контексті різних ігрових практик. Так, ігри змагання завдяки віртуальним комунікаціям сприймаються сучасником не як можливість безпосередньої участі, а як видовище, розвага, спосіб виграти на тоталізаторі. Азартні ігри у віртуальній реальності притягують своєю конфіденційністю, можливістю миттєвої гри та унікальністю системи заохочення, навіть за програші [2].

Ігрові наслідувальні практики завдяки комп'ютерним іграм набувають симуляційного характеру, де учасник стратегічно опрацьовує різні моделі самопрезентації за допомогою рольового поведінки комп'ютерних героїв. В ігровій симуляції він задовольняє свої насущні антропологічні потреби, такі як свобода, творчість, комунікація, знаходження сенсу у власному

бутті, можливість самореалізації. Ігри запаморочення віртуально задовольняють насамперед базовий фактор страху, викликаючи перебільшені відчуття емоційного драйву від симуляції вседоступності та вседозволеності.

Антропологічне значення сучасних віртуальних ігор неоднозначне, та потребує пильної наукової уваги. Віртуальні ігри носять масовий характер й створюють звички, формують образ, стиль життя та ціннісні орієнтації учасника. На наш погляд, вони створюють новий тип сучасної людини Homo Mobiludens [2], для якої характерний новий тип комунікації та нові особистісні риси, у формуванні яких важлива участь належить комп'ютерним іграм.

В цілому вивчення естетичних аспектів комп'ютерних ігор допомагає розширити наше розуміння цього унікального медіа та сприяє його подальшому розвитку та популярності.

Вивчення характеристик естетичних аспектів у жанровій різноманітності комп'ютерних ігор відіграє важливу роль у геймдизайні. Аналіз естетичних аспектів дозволяє створювати унікальні ігрові світи, впливати на сприйняття ігрового процесу та залучення гравців.

Це також має практичну значущість для розробки ігрового контенту та впливу на аудиторію [3]. Вивчення естетичних характеристик у різних жанрах комп'ютерних ігор, таких як Grand Theft Auto та Rome: Total War, дозволяє створювати унікальні ігрові світи та впливати на сприйняття ігрового процесу.

Характеристики естетичних аспектів комп'ютерних ігор включають в себе візуальний дизайн, атмосферу ігрового світу показуючи настрій, емоційну привабливість та занурення гравця у віртуальну реальність гри. Атмосфера може бути створена за допомогою різних елементів, таких як графіка, звукове оформлення, музика, дизайн рівнів та персонажів.

Аудіовізуальні ефекти в геймдизайні відіграють важливу роль у створення захоплюючого ігрового досвіду. Вони здатні посилити атмосферу ігри, підкреслити ключові моменти та впливати на емоційний стан гравців.

Ось кілька прикладів аудіовізуальних ефектів у геймдизайні:

1. Soundviz 5: ефект надає можливість візуалізації звукових хвиль, що дозволяє гравцям візуально сприймати звуковий супровід гри;

2. Renderforest Music Visualizer: дозволяє створювати музичні візуалізації з використанням різних шаблонів, анімацій та текстових елементів, що сприяє створенню захоплюючих відеороликів під музичний супровід;

3. ОММ: ефект надає можливість створення візуальних ефектів, відповідних звукових хвиль, що може бути використане для створення унікальних аудіовізуальних композицій в іграх.

Арт-стиль у геймдизайні відіграє важливу роль у створенні унікальної візуальної атмосфери гри [4]. Прикладами арт-стилю у геймдизайні можуть служити використання low-poly графіки, ретро-стилю, абстрактних ілюстрацій, а також арт-стиль, натхненний різними художніми напрямками, такими як маньєризм та авангард. Деякі ігри також використовують арт-стиль, заснований на конкретних історичних періодах, таких як середньовіччя чи Відродження [5]. Арт-стиль у геймдизайні може значно впливати на сприйняття гри гравцями та створювати унікальну естетичну привабливість.

Одним із головних естетичних аспектів у жанровому різноманітті комп'ютерних ігор є анімація в геймдизайні, що грає важливу роль у створення захоплюючого ігрового досвіду [6]. Прикладами анімації у геймдизайні може слугувати використання різних технік, таких як motion capture для створення реалістичних рухів персонажів, 2D та 3D анімація для створення унікального візуального стилю гри, а також використання спеціальних програм та інструментів, таких як Adobe Animate, Blender тощо, які призначені для створення анімаційних ефектів та персонажів. Анімація здатна надати грі жвавість й унікальний візуальний стиль, що робить її більш привабливою для гравців.

Ці аспекти сприяють створенню унікальної ігрової атмосфери, впливають на сприйняття гри гравцями та надають істотний вплив на залученість до ігрового процесу.

Також одним із естетичних аспектів в іграх має важливе значення дизайн персонажів. Він є одним з ключових аспектів, який впливає на сприйняття гри гравцями. Добре розроблені персонажі допомагають створити унікальну атмосферу ігрового світу, що поглиблює залученість гравців та робить ігровий процес цікавішим й незабутнім.

Дизайн персонажів включає візуальні аспекти, такі як зовнішній вигляд, стиль одягу, анімацію та особливості зовнішності. Він також може включати характеристики та риси персонажів, їх навички та здібності, які впливають на ігровий процес та взаємодію з іншими персонажами.

Для покращення дизайну, з метою залучення більшої аудиторії, можна використовувати різні підходи. Важливо приділити увагу візуальній привабливості, зручності використання та адаптивності для різних пристроїв. Також важливо проводити аналіз переваг цільової аудиторії та впроваджувати інноваційні рішення, які можуть привернути увагу нових користувачів. Важливу роль також грає просування через соціальні мережі та інші канали комунікації для привернення уваги до дизайну та продукту загалом.

Добре розроблені персонажі можуть викликати емоційну прихильність у гравців, роблячи ігровий досвід більш насиченим та захоплюючим. Вони можуть бути джерелом натхнення та ідентифікації для гравців, а також допомагати передати певні теми та повідомлення, які розробники хочуть передати через гру.

Отже, характеристики естетичних аспектів у жанровому різноманітті комп'ютерних ігор можуть бути описані як важливий аспект ігрової промисловості. Естетика ігор варіюється в залежності від жанру, включаючи візуальний дизайн, атмосферу, звуковий супровід та загальне візуальне враження. Наприклад, ігри в жанрі фентезі можуть мати яскраву та деталізовану графіку, тоді як науково-фантастичні ігри можуть представляти зовсім інший візуальний стиль. Звуковий супровід також відіграє важливу роль у створенні естетичного враження, включаючи музику, звукові ефекти та озвучення персонажів. Важливо, що естетичні аспекти можуть сильно впливати на сприйняття гри гравцями та визначати її успіх на ринку комп'ютерних ігор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

8. Т. М. Арабетян, Культура віртуальної комунікації. Харків: Фоліо, 2019. 119 с.
9. І. В. Биков, Номо Gamer. Миколаїв: Дім книги, 2021. 144 с.
10. О. М. Крикун, «Ігрова діяльність людини у віртуальній дійсності», Проблеми психології, № 6 (74), с. 16-25, 2024.
11. Л. В. Тимошенко, Віртуальна реальність, сер. «Філософія. Психологія. Педагогіка». 2014. 295 с.
12. М. В. Гарькава, «Віртуальна реальність: філософський аспект», Проблеми філософії, № 4 (8), с. 36-41, 2023.
13. О. Р. Кобза, «Сутність, критерії та типологія віртуальної реальності», Інноваційні технології, № 2, с. 96-102, 2022.

УДК 004.738.5

ДИЗАЙН ІНТЕРФЕЙСІВ У КОНТЕКСТІ ДОСТУПНОСТІ: WCAG ТА ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ

БАБЕНКО С. П. (sofia.kudran@gmail.com), БАБЮК Н. П. (babiuk@vntu.edu.ua)
Вінницький національний технічний університет

У даному дослідженні аналізується ключова роль дизайну інтерфейсів в реалізації цифрової доступності, розрахованої на різних користувачів. Висвітлено головні постулати та вимоги стандарту Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), що регламентує рівні доступності та критерії успішності для ресурсів. Найбільш увага зосереджена на викликах, з якими стикаються люди з вадами зору, слуху, рухової системи та когнітивних здібностей, а також способах подолання цих труднощів. Проведено аналіз конкретних дизайнерських практик, включно з використанням контрастних кольорних рішень, адаптивної типографіки, зручної навігації, семантичної розмітки та застосування альтернативних текстів. У висновку підкреслюється, що

створення доступного дизайну позитивно впливає не лише на зручність взаємодії, а й розширює коло потенційних користувачів.

Вступ

Стрімкий прогрес цифрових технологій кардинально трансформує взаємини людини з інформацією та сервісами. Веб-ресурси, мобільні програми та інші цифрові інтерфейси стають не тільки засобами спілкування, а й ключовою складовою щоденного існування. У цьому контексті надзвичайно актуальною стає проблема доступності, оскільки цифрові продукти повинні бути зручними та зрозумілими для якнайширшої аудиторії, включно з людьми з різними фізичними обмеженнями [1].

Міжнародним еталоном, який регламентує принципи та настанови з доступності, є WCAG (Web Content Accessibility Guidelines). Його використання дає змогу розробникам та дизайнерам створювати інтерфейси, що відповідають принципам сприйняття, керованості, зрозумілості та надійності.

Актуальність цієї теми полягає в тому, що застосування практичних рішень, заснованих на вимогах WCAG, сприяє інклюзивності цифрового простору та поліпшенню якості взаємодії з користувачами. Саме тому вивчення ролі дизайну інтерфейсів у контексті доступності та пошук ефективних методів його втілення є важливим завданням сучасного проєктування.

Відтак, об'єктом дослідження є дизайн користувацьких інтерфейсів у цифровому середовищі (вебсайти, мобільні додатки, програмні платформи) з позиції їхньої доступності.

Основна частина

Одним із ключових міжнародних документів, що регулює питання цифрової доступності, є WCAG [2]. Ці рекомендації, розроблені консорціумом W3C (World Wide Web Consortium) [2], стали основним стандартом для розробників, дизайнерів та організацій, котрі прагнуть створювати інклюзивні цифрові продукти.

WCAG базується на чотирьох основоположних принципах, перелічених нижче [3]:

1. Сприйнятливість – інформація та елементи інтерфейсу повинні бути доступними для розуміння різними користувачами.
2. Керуваність – всі функціональні можливості повинні бути доступними для управління з клавіатури чи інших допоміжних пристроїв; слід уникати елементів, що можуть викликати труднощі (наприклад, мерехтіння, здатне спровокувати епілептичні напади).
3. Зрозумілість – інтерфейс має бути логічним та передбачуваним, а контент – чітким і структурованим.
4. Надійність – вебконтент повинен коректно відображатися та взаємодіяти з різними браузерами, платформами й допоміжними технологіями (екранними читачами, програмами розпізнавання голосу тощо).

Стандарт WCAG передбачає три рівні відповідності. А – базовий рівень доступності, AA – оптимальний баланс між зручністю та реалістичністю впровадження, AAA – найвищий рівень доступності, що рекомендується для спеціалізованих ресурсів.

Значення WCAG для сучасного дизайну інтерфейсів полягає у формуванні єдиної системи вимог, якої дотримуються в усьому світі.

Таким чином, ці стандарти не лише виконують функцію технічних рекомендацій, але й стають основою для створення сучасного інклюзивного дизайну інтерфейсів, що враховує різноманітність користувачів та розширює цільову аудиторію.

Основні перешкоди, з якими стикаються користувачі з порушеннями зору, слуху, моторики та когнітивних функцій, умовно можна розділити на декілька груп [4]. Наприклад, люди з вадами зору стикаються з проблемами відсутності альтернативного тексту до зображень, низької контрастності між текстом та фоном, дрібного або нефіксованого розміру шрифту, використання лише кольору для передачі інформації (наприклад, червоний/зелений індикатор).

Особи з порушенням слуху зазнають труднощів через відсутність субтитрів чи сурдоперекладу у відео- та аудіоконтенті, аудіосповідання без текстової чи візуальної дубляції, інтерфейси, де важлива інформація передається виключно звуковими сигналами.

Існують обмеження для людей з порушенням моторики, що виникають з наступних проблем: точне наведення курсора чи складні жести для взаємодії, відсутність можливості керування лише з клавіатури, маленькі клікабельні області або розміщення елементів надто близько один до одного.

Є ще одна група проблем для людей з когнітивними та нейропсихологічними порушеннями. А саме: складні та перевантажені інтерфейси, довгі, заплутані інструкції без наочних прикладів, використання спеціальної термінології без роз'яснень, непослідовність у структурі навігації та логіці відображення елементів.

Подолання цих перешкод – одне з ключових завдань сучасного дизайну інтерфейсів. Це не лише спрощує взаємодію для людей з інвалідністю, а й підвищує комфорт користування для всіх користувачів – від дітей до літніх людей.

З огляду на вищезазначені бар'єри, з якими стикаються люди з обмеженими можливостями, дизайнери застосовують низку практичних рішень [1; 3; 4], щоб їх подолати. Ці рішення також узгоджуються з принципами WCAG [2; 5].

Для користувачів з порушеннями зору:

1. Альтернативний текст для зображень – забезпечує зрозумілу інформацію для екранних читачів;
2. Контрастні кольорові схеми – рекомендується співвідношення контрасту не менше 4.5:1 для тексту та фону;
3. Адаптивна типографіка – можливість змінювати розмір шрифтів без втрати структури;
4. Уникати залежності лише від кольору – інформація передається через іконки, текстові позначки або підкреслення.

Для користувачів з порушеннями слуху:

1. Субтитри та транскрипти для медіа – всі відео та аудіо матеріали повинні мати текстову альтернативу;
2. Візуальні сповіщення – важливі аудіосигнали дублюються графічними індикаторами;
3. Використання жестів чи текстових інструкцій – для інтерфейсів, де інформація передається через звук.

Для користувачів з порушеннями моторики:

1. Повне управління з клавіатури – всі елементи доступні без використання миші;
2. Збільшені клікабельні області – кнопки та інтерактивні елементи відповідних розмірів;
3. Гнучка взаємодія з елементами – підтримка альтернативних методів введення, наприклад голосових команд або сенсорних пристроїв.

Для користувачів з когнітивними порушеннями:

1. Проста та зрозуміла навігація – логічна структура, помітні меню та зрозумілі підказки;
2. Уніфіковані шаблони та повторювані елементи – користувачі швидше орієнтуються в інтерфейсі;
3. Короткі тексти та наочні інструкції – підтримка сприйняття інформації за допомогою іконок, схем або графічних підказок;
4. Контрольовані анімації та ефекти – уникати елементів, що можуть відволікати чи дезорієнтувати користувача.

Крім того, важливим є тестування доступності на різних платформах та пристроях. Використовуються як автоматизоване, так і ручне тестування з участю людей з інвалідністю. Це дозволяє виявити потенційні проблеми та впровадити ефективні рішення до офіційного запуску продукту.

Впровадження таких практичних рішень підвищує інклюзивність продукту, робить його зручнішим для всіх категорій користувачів і забезпечує відповідність міжнародним стандартам доступності.

Висновок

У цій роботі було розглянуто важливість дизайну інтерфейсів у контексті забезпечення доступності в цифровому світі, а також проаналізовано положення стандартів WCAG. Доведено, що застосування принципів, що базуються на сприйнятті, керуванні, зрозумінні та надійності, сприяє розробці інклюзивних інтерфейсів, адаптованих для користувачів з різними особливостями, що, відповідно, розширює потенційну аудиторію.

Визначено основні проблеми, з якими стикаються особи з порушеннями зору, слуху, рухової активності та когнітивних функцій. Запропоновано практичні способи їх подолання, включаючи альтернативні текстові описи, субтитри, контрастне оформлення шрифтів, адаптивну навігацію та різноманітні способи взаємодії.

Застосування вимог WCAG покращує взаємодію користувачів з продуктом, робить його доступним для більшої кількості людей та сприяє формуванню інклюзивного цифрового простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Раков, С. А. Дизайн користувацьких інтерфейсів: навчальний посібник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. 240 с.
2. World Wide Web Consortium (W3C). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (дата звернення: 05.09.2025).
3. Lazar, J., Goldstein, D., & Taylor, A. Ensuring Digital Accessibility through Process and Policy. Burlington, MA : Morgan Kaufmann, 2015. 312 p.
4. Krug, S. Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability. 3rd ed. Berkeley, CA : New Riders, 2014. 216 p.
5. Clark, J. Building Accessible Websites. Indianapolis : New Riders Publishing, 2003. 432 p.

УДК 78.071

РОЛЬ ЕМБІЄНТУ У СТВОРЕННІ АТМОСФЕРИ ВІДЕОІГР

ВИШНЕВСЬКИЙ О.О., ПАРХОМЕНКО О.Ю. (olegattor98@gmail.com)

Миколаївський національний аграрний університет

Проблема створення ігрової атмосфери у сучасних відеоіграх значно виходить за межі графіки чи сценарію. Звукове середовище, і зокрема ембієнт, є тим інструментом, який визначає емоційне сприйняття подій, формує відчуття присутності та створює психологічні реакції у гравця. Наукові дослідження в галузі когнітивної психології й психоакустики доводять, що звукове тло здатне безпосередньо впливати на емоційний стан людини, викликаючи тривогу, відчуття безпеки або навпаки – занепокоєння та страх. Проте у геймдеві це питання залишається недостатньо дослідженим саме в контексті наукового пояснення: як ембієнт формує унікальний ігровий досвід і чому він настільки сильно впливає на гравця.

У сучасних відеоіграх атмосфера не зводиться лише до графіки чи сценарію. Визначальним чинником стає звукове середовище, зокрема ембієнт, який формує емоційне сприйняття подій, впливає на психіку гравця та створює відчуття присутності. Попри очевидну роль звуку у конструюванні ігрового досвіду, наукове обґрунтування впливу ембієнтних композицій на психологічний стан людини залишається недостатньо розробленим. Це породжує потребу у вивченні того, як саме ембієнт стає інструментом занурення у віртуальний простір і чому він здатен викликати настільки сильні емоційні реакції.

Метою даної роботи є визначення ролі ембієнтного звуку у створенні атмосфери відеоігор на прикладі творчості трьох композиторів – Акіри Ямаоки, Мікко Тармії та Андреаса Рьоннберга.

Завдання дослідження полягають у наступному:

- проаналізувати психоакустичні механізми впливу ембієнту;
- розглянути творчі стратегії трьох авторів;
- навести конкретні ігрові приклади та пояснити їхній психологічний ефект;
- узагальнити результати і зробити висновки про значення ембієнту у формуванні атмосфери відеоігор.

Акіра Ямаока, відомий у світі насамперед як автор музики до серії Silent Hill, довів, що ембієнт може бути не просто допоміжним тлом для ігрових подій, а справжнім художнім

інструментом. Його творчість – це не звичайні мелодії, які можна наспівати чи відтворити у пам'яті. Це складна звукова тканина, своєрідна музична архітектура, яка будується не на гармоніях і мелодійних лініях, а на фактурі шуму, на грубих і водночас витончених індустріальних текстурах. Саме завдяки цьому Ямаока створює унікальний психологічний простір, де гравець починає сумніватися у власних відчуттях, де стирається грань між реальністю і вигаданим світом. Стил Ямаоки легко впізнати. У ньому звучать механічні скреготи, металеві удари, дисонансні акорди, ламані ритми, що перетворюють знайомі побутові звуки на щось загрозливе та неприродне. Кожен його трек – це ніби скульптура, де один шар накладається на інший, створюючи густу, щільну, важку атмосферу. Ця музика не має на меті розважати. Вона не дарує катарсису у формі приємної мелодії чи гармонійного завершення. Навпаки, її завдання – тримати гравця у постійному напруженні, змушувати відчувати легкий, а часом і нестерпний дискомфорт.

Одним із найсильніших прикладів цього є використання радіоприймача в серії Silent Hill. На перший погляд – це лише звичайний технічний пристрій, елемент ігрової механіки. Але завдяки Ямаоці він перетворюється на окремий символ, на самостійний інструмент психологічного тиску. Його монотонний сигнал, що з'являється при наближенні монстрів, не тільки попереджає про небезпеку, а й стає джерелом страху сам по собі [1]. З часом у гравця виробляється майже умовний рефлекс: навіть тихе потріскування викликає внутрішній холод, очікування чогось жахливого, напруження, яке наростає з кожною секундою. Це вже не звук у буквальному сенсі, а символ загрози, що переслідує гравця постійно, навіть тоді, коли на екрані нічого не відбувається.

Особливу увагу заслуговує атмосфера Silent Hill 2, зокрема сцени у лікарні Брукхейвен. Там Ямаока відмовляється від очевидного прийому «звук = небезпека» й обирає інший шлях – відсутність прямої загрози. Ми чуємо лише гулки металеві відлуння, порожні звуки, що відбиваються від стін нескінченних коридорів. І саме ця тиша, сповнена невидимих натяків, стає страшнішою за будь-який напад [2]. Гравець починає відчувати страх перед самою пусткою, перед самим фактом існування порожнього простору, який тисне, гнітить, немов у ньому приховано щось невидиме. Подібні прийоми повторюються й у Лабіринті, де нескінченні коридори супроводжуються хаотичними скреготами та віддаленими шумами, які неможливо локалізувати [3]. Це звуки-примари: вони є, але не мають джерела. Мозок намагається знайти сенс, але натрапляє на порожнечу. І саме ця невловимість породжує справжню тривожність.

Мікко Тарміа, фінський композитор, який працював над серією Amnesia, обирає інший напрямок. Якщо Ямаока тисне на психіку через жорсткий дисонанс і механічну агресію, то Тарміа занурює гравця у темні глибини власної уяви. Його інструментарій інший – низькочастотні вібрації, ледь чутні шепоти, уривки криків, глухі удари. У Amnesia: The Dark Descent майже немає класичної музики, і це вже саме по собі руйнує звичні очікування гравця. Натомість ми чуємо середовище, яке живе. Замок скрипить, вода крапає, кам'яні стіни немов дихають. Кожен крок героя перетворюється на елемент величезної звукової композиції, яка не має початку і кінця. Атмосфера настільки щільна, що сам гравець стає частиною цього звукового світу [4].

Найяскравіший приклад – сцена з невидимим монстром у затопленому коридорі. Гравець не бачить ворога, але відчуває його присутність. Плескіт води, важкі кроки, звуки пересування – усе це сплітається в єдину симфонію страху. Додайте до цього звук власного дихання героя – і тривога стає нестерпною. Тут жах народжується не від того, що ми бачимо, а від того, чого ми не бачимо. І саме у цій грі амбієнт перетворюється на каталізатор уяви. Кожен сам домальовує в голові образи, що лякають найбільше. А страх, який ми створюємо самі, завжди сильніший за будь-яку картинку.

Андреас Рьоннберг у Cry of Fear демонструє третій підхід. Він звертається до звуків міського середовища – звичних, буденних, навіть банальних. Це телефонні дзвінки, гуркіт трамваїв, дитячий сміх, відлуння кроків у під'їзді. У звичайному житті ці звуки сприймаються як нейтральні, часто навіть приємні. Але в контексті нічного міста, зануреного в густий туман, під тиском темряви, вони набувають загрозливого звучання. Вони більше не належать звичному світові. Наприклад, сцена в метро: гравець чує гуркіт поїздів, але самих поїздів немає [5]. Це породжує дисонанс між очікуванням і реальністю. Те саме відбувається з телефонними дзвінками: щоразу, коли телефон дзвонить, сюжет рухається далі, але цей звук завжди пов'язаний із небезпекою. З часом він перетворюється на символ страху, на сигнал, що означає лише одне – щось погане станеться.

Аналізуючи творчість Акіри Ямаоки, Мікко Тарміа та Андреаса Рьоннберга, можна зрозуміти, що ембієнт у сучасних іграх є набагато вагомішим явищем, ніж здається на перший погляд. Це вже давно не другорядний музичний фон, який лише супроводжує ігрові події. Ембієнт перетворюється на головний інструмент психологічного впливу, на повноцінний спосіб конструювання світу, що діє безпосередньо на свідомість і підсвідомість гравця. Ямаока вибудовує свої звукові ландшафти через жорсткі дисонанси, механічні шуми й індустріальний тиск, змушуючи людину відчувати хаос, тривожність і невизначеність. Тарміа, навпаки, працює з паузами, тишею, низькочастотними вібраціями та резонансами, що занурюють слухача у глибини власного страху й відкривають двері до підсвідомого жаху. Рьоннберг же трансформує повсякденні звуки міського середовища у щось неприродне, тривожне й відчужене, таким чином руйнуючи відчуття звичної безпеки та стабільності.

У результаті можна побачити, що ембієнт функціонує не просто як «звук» – він стає середовищем, яке формує досвід. Саме завдяки йому гравець не лише споглядає ігрову реальність, але й проживає її тілесно та емоційно: серце б'ється швидше, дихання стає поверхневим, виникає відчуття тривоги чи навіть фізичного дискомфорту. Це доводить, що ембієнт має потужний потенціал впливу, який можна порівняти з дією літератури, театру чи кінематографа, а подекуди він навіть перевершує їх, оскільки діє безпосередньо на базові сенсорні механізми людини.

Отже, відеоігри за допомогою ембієнту виходять за межі розваги й наближаються до статусу справжнього мистецтва. Вони створюють новий тип естетичного досвіду – досвіду, де звук стає не лише елементом форми, а й ключем до внутрішнього світу людини, способом занурення у власні страхи, тривоги та відчуття. І саме в цьому полягає унікальність: він перетворює звичайну гру на глибинний психологічний простір, де кожна тиша, кожен скрегіт і кожен відголос набувають сенсу й сили, впливаючи на гравця на рівні, який складно пояснити словами, але легко відчутти на власній шкірі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dany. Silent Hill 2 – Radio Static [Danger](19 червня 2013). Дата звернення 14 вересня 2025. [Онлайн-відео]. Доступно: https://youtu.be/_T3RjLpA7t8?si=byVrxzaeXp0u9z9F
2. Invisible Station. Silent Hill 2 Ambience | Brookhaven Hospital 1st Floor (1 вересня 2019). Дата звернення 15 вересня 2025. [Онлайн-відео]. Доступно: <https://youtu.be/OwX2aSh29X8?si=z7WCVz6j6s-aSkIC>
3. Little Weevil. Silent Hill 2 Remake – Labyrinth ambience (23 квітня 2025). Дата звернення 15 вересня 2025. [Онлайн-відео]. Доступно: https://youtu.be/E4dXMnvRgk0?si=mpS6JrGZaP_LxYG
4. Atmospheric Gaming. 3 Hours of "Rainy Hall" Ambience - Amnesia The Dark Descent (No Music) (12 жовтня 2020). Дата звернення 15 вересня 2025. [Онлайн-відео]. Доступно: <https://youtu.be/R4Lwandbwvk?si=AWDCvvdIWb0ozqgA>
5. Source of Ambience. Metro - Cry of Fear ambience (20 вересня 2024). Дата звернення 15 вересня 2025. [Онлайн-відео]. Доступно: <https://youtu.be/z72WePfz2Aw?si=z4CoZ9nMv4GunWio>

УДК 004

РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ ГРИ-ГОЛОВОЛОМКИ RETENTUM

ВОЗНЯК М.А. (mikola.v.2016@gmail.com)

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Тези описують розробку покрокової стратегічної гри-головоломки для відпочинку та інтелектуального дозвілля. Сучасні гравці потребують головоломок, які поєднують простоту освоєння з можливістю глибокого стратегічного мислення та варіативністю ігрового досвіду. Розроблена гра Retentum поєднує низький поріг входу з глибоким стратегічним досвідом та системою прогресивного розкриття контенту для забезпечення тривалого інтересу гравців.

Вступ. Головоломки типу "оточення противника" традиційно обмежуються простою механікою встановлення перешкод. Такі ігри швидко втрачають зацікавлення через передбачуваність ігрових ситуацій та відсутність тактичного різноманіття. Retentum вирішує цю проблему через впровадження дворівневої системи взаємодії з ігровим полем та модифікаторів, що створюють складні тактичні дилеми на кожному ході.

Мета дослідження — розробка комплексної гри-головоломки, що поєднує різноманітні ігрові системи для створення збалансованого стратегічного досвіду з високою реграбельністю.

Основна частина. Гра реалізована як покрокова стратегічна битва на сітці з плиток, де гравець має заблокувати противника, знищуючи плитки, перш ніж той досягне ключ-плитки на краю поля. Противник з'являється в центрі та кожен хід рухається на будь-яку сусідню плитку, включаючи діагональні в напрямку однієї з ключ-плиток. Гра закінчується програшем для гравця, якщо противник добереться до ключ-плитки. Перемога настає, коли противник опиняється в пастці без доступних кліток для руху.

Розробка включала аналіз класичних механік жанру та створення системи ускладнення базового геймплею. Центральною інновацією стала система модифікаторів, що активуються, коли противник наступає на плитку з ними. Кожен модифікатор має унікальний вплив на поведінку противника або стан ігрового поля при активації. Ефекти модифікаторів можуть бути як з позитивними так і негативними.

Система модифікаторів включає шість типів ефектів: "Decoy" затримує противника, "Hopscotch" змушує перестрибнути плитку, "Scotoma" знищує випадкові плитки, "Revelation" відновлює знищені плитки, "Sigil" телепортує противника, "Guidance" контролює напрямки руху. Кожен модифікатор створює унікальні тактичні можливості та ризики (рис. 1).



Рис. 1 – Ігрове поле під час ігрової сесії

В багатьох моментах гравцю доводиться обирати між тим чи витратити два кліки на знищення двох звичайних плиток, чи на знищення однієї з потенційно невігідним модифікатором. Така система перетворює статичну головоломку на динамічну гру з елементами ризик-менеджменту, де гравець повинен передбачати наслідки кожної дії.

Противник представлений у вигляді демона-мавпи в клітці, що поєднує механічну та наративну функції. З наративної точки зору клітка обмежує рух до одного тайла за хід у восьми напрямках, створюючи стратегічні можливості для блокування, а також пояснює стратегічну мотивацію противника — досягти ключ-тайлів з механізмами відкриття клітки. Таке рішення елегантно поєднує механіку з візуальною метафорою (рис. 2).

Алгоритм руху противника базується на модифікованому A^* із зміщеними вагами. Зміщені ваги ребер дають більш природню поведінку, замість звичайного A^* з прямим рухом до цілі.



Рис. 2 – Противник зблизька

Візуальний дизайн базується на концепції лімінального простору — ігрове поле існує у порожнечі, створюючи фокус на стратегічному плануванні. Різноманітні тематичні локації забезпечують візуальне різноманіття через унікальні декорації та текстури без впливу на ігрову механіку. Система прогресивного розкриття контенту мотивує до повторних сесій через поступове відкриття нових модифікаторів, біомів та форм ігрових полів.

Висновки. Retentum демонструє комплексний підхід до розвитку жанру через поєднання збалансованих ігрових систем: механіки знищення плиток, системи модифікаторів, інтелектуального алгоритму противника та атмосферного візуального дизайну. Інтеграція цих елементів створює глибокий стратегічний досвід при збереженні доступності, встановлюючи новий рівень складності для жанру інтелектуальних головоломок.

УДК 794.83

ДИЗАЙН РІВНІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ІГРОВОГО ДОСВІДУ ТА КЕРУВАННЯ УВАГОЮ ГРАВЦЯ

ГАЙДУК Д.П. (ha1duk.den1@gmail.com).
 НИЖЕГОРОДЦЕВ В.О. (nizhegorodcev@ukr.net)
 Державний податковий університет

У цій роботі розглядається вплив дизайну рівнів на сприйняття гравця. Завдання дизайнера рівнів - створити простір, який буде цікавим, захопливим і зрозумілим для гравця. ключова частина розробки відеоігор, яка поєднує в собі творчість і технічні аспекти. Технічна підготовка створення захопливого та незабутнього ігрового простору допомагає грі стати чимось більшим, ніж просто набір правил.

Постановка проблеми.

Дизайн рівнів є одним із ключових елементів створення захоплюючого ігрового досвіду, що безпосередньо впливає на емоційне залучення та поведінку гравців. Сучасна ігрова індустрія характеризується високою конкуренцією за увагу користувачів. У цьому контексті дизайн рівнів виступає як потужний інструмент не лише для створення ігрового середовища, але й для керування психологічними аспектами сприйняття та поведінки гравця. Ефективний левел-дизайн здатний направляти увагу, викликати емоційні реакції та формувати незабутній ігровий досвід.

Перелік вирішених завдань.

У дослідження нами було проаналізовано роль дизайну рівнів у формуванні ігрового досвіду та залученні гравців та визначено основні принципи керування увагою за допомогою візуальних і структурних елементів. Розглянуті існуючі значення просторового контенту та емоційної динаміки в ігровому процесі призвело до висновку, що приклади з відомих ігор лише демонструють ефективність використання дизайну рівнів, а підхід до інтерактивного тестування рівнів залишається важливою проблемою дослідження складової вдосконалення ігрового середовища.

Виклад основного матеріалу. Дизайн рівнів у комп'ютерних іграх є ключовим елементом, що безпосередньо впливає на ігровий досвід користувача. Він поєднує художні, інженерні та психологічні аспекти, створюючи простір, який не лише виконує функцію «ігрової арени», а й спрямовує дії та емоції гравця.

Одним із головних завдань сучасного дизайнера рівнів є керування увагою гравця. Це досягається завдяки використанню візуальних і структурних прийомів: кольору, освітлення, архітектурних форм та об'єктів, що виділяються серед оточення [1].

Важливим є й просторовий простір: сам рівень може «розповідати історію» без слів, використовуючи середовище як засіб комунікації. Наприклад, зруйновані будівлі, кинуті предмети чи візуальні деталі здатні передати настрій та пояснити сюжетні події.

У практиці гейм дизайну часто застосовується принцип емоційної динаміки рівня – чергування моментів напруги і відпочинку [2]. Вузькі коридори, що створюють відчуття небезпеки, можуть змінюватися відкритими просторами, де гравець отримує «перепочинок», що підсилює емоційне залучення та робить гру більш насиченою.

До компонентів левел-дизайну часто відносять такі компоненти як: дія, розвідка, вирішення головоломки, сюжет та естетику. При розробці дизайну рівнів необхідно дизайнеру розуміти геймплей, історію, візуальні ефекти; застосувати їх до створення «сценаріїв» гри; поліпшити естетику рівня [3, с. 122-123].

Ефективний дизайн рівнів базується також на чіткому формуванні цілей та поступовому зростанні складності. Гравець має інтуїтивно розуміти, куди йти і що робити, а баланс між викликом та винагородою забезпечує постійне відчуття прогресу. Важливим є й продумане розташування ворогів, перешкод та інтерактивних об'єктів, які не лише створюють виклик, але й спрямовують рух. При цьому левел-дизайн є ітеративним процесом: тести з реальними гравцями допомагають виявити проблеми у сприйнятті середовища та покращити ігровий досвід.

Класичним прикладом ефективного дизайну є рівень 1-1 у грі Super Mario Bros, який фактично навчає основ механіки без використання текстових інструкцій. У сучасних іграх, як-от The Last of Us, активно використовується світло як інструмент для вказівки маршруту, тоді як у серії Dark Souls дизайн рівнів спрямований на створення нелінійного та атмосферного ігрового світу, де архітектура сама підказує шлях.

Таким чином, дизайн рівнів виступає не лише технічним інструментом, а й мистецтвом керування увагою та емоціями гравця. Він забезпечує плавне занурення у світ гри, створює унікальний досвід та сприяє формуванню глибшої комунікації між грою і користувачем.

Висновки. Дизайн рівнів у комп'ютерних іграх є багатогранним процесом, що поєднує мистецтво, технології та психологію. Він виконує функцію не лише створення ігрового простору, але й спрямування дій та емоцій гравця. Продумані візуальні й структурні рішення дозволяють керувати увагою, формувати просторовий простір і підтримувати баланс між викликом та винагородою.

Приклади з класичних та сучасних ігор доводять, що грамотний левел-дизайн здатний навчати, занурювати у сюжет і навіть виступати як окремий засіб комунікації між грою та

користувачем. Ефективність цього підходу підтверджується також ітеративним тестуванням, яке дає змогу адаптувати рівень під сприйняття гравців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ali Youssef. Що таке дизайн рівнів і як відбувається етап препродакшену. URL: <https://gamedev.dou.ua/blogs/level-design-basics-part-1/>.
2. Лиховод Дарина. Психологія в гейм-дизайні: як системи винагород, ефекти та сюжет впливають на гравців. URL: <https://www.kyivpost.com/uk/post/44090>.
3. Лугова Т.А., Блажко О.А. Проектування комп'ютерних ігор для навчання : навчальний підручник / Т.А. Лугова, О.А. Блажко. – Одеса : ФОП «Побута». – 2018. – 212 с.

УДК 004.94 + 004.4

ПІДТРИМКА ПОТОКУ У ДИЗАЙНІ РІВНІВ 2D ACTION-PLATFORMER

ЖУК Ю. С, ШТЕФАН Н. З. (shtefan.n.z@op.edu.ua),
Національний університет «Одеська політехніка»

Робота присвячена дослідженню принципів дизайну рівнів у 2D action-platformer з акцентом на підтримку стану потоку (flow state). У вступі окреслено актуальність проблеми та представлено концепцію гри, де гравець поступово опановує нові механіки та стикається зі зростаючими викликами. У дослідженні проаналізовано основні підходи до побудови рівнів, включно з поступовим введенням ворогів, балансом простору, застосуванням симетрії карт і процедурною генерацією контенту. Запропоновано модель прогресії, яка дозволяє гармонійно поєднувати навчання гравця з поступовим підвищенням складності, що сприяє підтримці інтересу протягом усього проходження гри. Проведені плейтести підтвердили ефективність такої стратегії, а перспективи розвитку проєкту полягають у використанні адаптивних алгоритмів складності та розширенні бібліотеки ігрових механік.

У геймдизайні одним із головних завдань є утримання уваги гравця шляхом гармонійного поєднання виклику та можливостей. Теорія flow state (стану потоку) пояснює, що гравець отримує максимальне задоволення, коли рівень складності поступово зростає, але залишається посильним для його навичок. У контексті 2D action-platformer це означає правильне проектування локацій, розподіл ворогів, пасток та винагород.

У межах проєкту було створено 2D action-platformer з елементами roguelike, де гравець керує мандрівником, що досліджує лабіринт наповнений ворогами, пастками та цінними артефактами. Основна ідея гри полягає в поступовому освоєнні механік: від базових рухів і атак до складних комбінацій, що вимагають майстерного використання здобутих умінь. Завдяки процедурній генерації рівнів і системі поступового ускладнення гравець отримує динамічний досвід, який утримує інтерес і стимулює продовжувати проходження.

Основні механіки гри:

- рух і платформінг – гравець може стрибати, ухилятися, використовувати подвійний стрибок. Спочатку рухи прості, але поступово вводяться складніші секції з пастками та рухомими платформами;
- бойова система – базові атаки та блокування доступні з самого початку. Згодом з'являються нові типи ворогів і механіки бою (контратаки, комбо), що ускладнюють тактичний вибір;
- система інвентарю та предметів – гравець знаходить зброю, зілля, артефакти. Кожен новий предмет додає варіативності стилю гри, але вимагає освоєння нових стратегій;
- прогресивне введення ворогів – від слабких супротивників на ранніх рівнях до складних босів, які змушують використовувати всі вивчені механіки;
- процедурна генерація рівнів – карта щоразу унікальна, але зберігає логіку навчання: нові виклики вводяться поступово, не перевантажуючи гравця.

Ці механіки поєднуються у системі прогресії, яка формує відчуття навчання та зростання майстерності, тим самим підтримуючи стан потоку.

Перелік вирішених питань:

1. Аналіз теорії потоку в іграх. Вивчено баланс між викликом і майстерністю, ризиком і винагородою, а також методи інтеграції цих принципів у геймдизайн.

2. Розробка шкали складності. Побудовано модель прогресії рівнів, у якій нові механіки вводяться поступово: спершу у спрощеному вигляді, згодом — у комбінації з раніше вивченими.

3. Балансування рівнів. Використано правило «навчання через дію»: спочатку гравець стикається з безпечними сценаріями, далі з більш складними викликами, що стимулюють розвиток навичок.

4. Випробування прототипу. Проведено плейтестинг із користувачами, які підтвердили, що прогресивне ускладнення утримує інтерес і зменшує відсоток дострокових відмов від гри.

Суть роботи та дослідження полягає у реалізації послідовного зростання складності через дизайн рівнів, а саме:

1. Перший світ знайомить гравця з базовими діями (стрибок, атака, ухилення).

2. Другий світ вводить комбінації вже відомих механік із новими ворогами.

3. Третій світ поєднує вертикальні секції, платформінг і багатоступеневі бої.

4. Фінальні рівні створюють умови для «майстерного використання» всіх здобутих навичок, підкріплюючи відчуття прогресу.

Додатково інтегровано динамічну систему винагород (нові здібності, спорядження), що стимулює гравця продовжувати дослідження. У табл. 1 представлено зв'язок між механіками гри та підтримкою **flow state**.

Таблиця 1 – Внесок ігрових механік у підтримку стану потоку

Механіка	Роль у підтримці flow
Рух і платформінг	Дозволяє поступово освоювати базові навички; складні платформи вводяться поступово, створюючи виклик без фрустрації.
Бойова система	Зростання майстерності через введення нових ворогів і механік бою (комбо, контратаки), що підтримує баланс виклику.
Інвентар та предмети	Стимулює експериментування зі стилями гри; поступове відкриття артефактів створює відчуття прогресу та контролю.
Прогресивне введення ворогів	Забезпечує адаптивне ускладнення: від простих ворогів до босів, які вимагають комбінування всіх здобутих навичок.
Процедурна генерація рівнів	Уникає повторюваності та додає елемент дослідження; підтримує інтерес через непередбачуваність серед знайомих правил.

За отриманими результатами, проєкт продемонстрував, що використання принципів flow у дизайні рівнів дозволяє:

- підтримувати високий рівень занурення;
- знижувати ризик фрустрації на ранніх етапах;
- підвищувати мотивацію гравця завдяки відчуттю зростання майстерності;
- формувати стійкий інтерес до проходження гри до фіналу.

Подальший розвиток передбачає адаптивне балансування складності на основі поведінки гравця та впровадження процедурної генерації, що поєднуватиме теорію flow із унікальними ігровими сценаріями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Csikszentmihalyi, M. Flow: The Psychology of Optimal Experience. – New York: Harper Perennial, 2008. – 336 p.
2. Koster, R. A Theory of Fun for Game Design. – 2nd ed. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2014. – 300 p.
3. Kremers, R. Level Design: Concept, Theory, and Practice. – Wellesley: A K Peters/CRC Press, 2009. – 336 p.

3D МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ДИЗАЙНЕРІВ: СТВОРЕННЯ ІГРОВОГО СЕРЕДОВИЩА

КАРДАШОВ М.В. (sonawer@gmail.com)

Запорізький національний університет

У статті розглянуто підхід до навчання створення ігрового середовища засобами 3D-моделювання з урахуванням принципів адаптивності та індивідуального вибору студентами програмного забезпечення. Запропонована методика інтегрує різні програмні пакети (Blender, 3ds Max, ArchiCAD, Unreal Engine) через спільні етапи моделювання, текстурювання, оптимізації сцени. Особливу увагу приділено тому, що не всі студенти планують використовувати 3D-моделювання у своїй майбутній професійній діяльності, що зумовлює варіативність їхньої мотивації та рівня залученості до навчального процесу. У результаті дослідження обґрунтовано доцільність застосування адаптивного підходу у підготовці майбутніх дизайнерів та наведено рекомендації щодо його впровадження.

Стрімкий розвиток індустрії комп'ютерних ігор та суміжних галузей вимагає підготовки фахівців, які здатні працювати в умовах технологічної різноманітності та швидких змін. Традиційні освітні практики орієнтовані на засвоєння одного конкретного програмного середовища, що обмежує універсальність підготовки студентів та ускладнює їхню адаптацію на ринку праці. Додатковою проблемою є те, що не всі студенти-дизайнери мають намір застосовувати 3D-моделювання у професійній діяльності, що знижує рівень їхньої залученості та мотивації. Це вимагає створення навчальної моделі, яка поєднує академічні вимоги з гнучкістю та адаптивністю до індивідуальних освітніх траєкторій.

У рамках проведеного дослідження було поставлено такі наукові завдання:

1. Дослідити освітні ефекти впровадження адаптивного підходу у навчальний процес, зокрема вплив на мотивацію, залученість студентів і формування професійних компетентностей у сфері геймдизайну та суміжних дисциплін.
2. Сформулювати практичні рекомендації щодо інтеграції адаптивної моделі у навчальні плани підготовки майбутніх дизайнерів, враховуючи різний рівень зацікавленості студентів у використанні 3D-моделювання у професійній діяльності.

Сучасне навчання майбутніх дизайнерів у сфері 3D-моделювання поєднує різні педагогічні підходи — особистісно-орієнтований, груповий, дослідницький та розвивальний — і передбачає активізацію самостійної, творчої та дослідницької діяльності студентів. [1] В процесі дослідження було виявлено, що провадження адаптивного підходу у викладання 3D-моделювання базується на ідеях design-based learning, що передбачає навчання через створення артефактів і постійне ітеративне вдосконалення [2]. Як показують дослідження, орієнтація на проєктні завдання підвищує рівень залученості студентів та сприяє розвитку навичок вирішення проблем [2]. Таким чином було розроблено більш універсальну робочу програму (силабус), де студенти створюють різні рівні ігрового середовища, в тому числі ігрових рівнів могли використовувати різне програмне забезпечення для виконання однакових учбових завдань.

Для реалізації адаптивного навчання, була розроблена методика навчання, яка ґрунтується на поєднанні принципів проєктно-орієнтованого навчання та адаптивності. Вона передбачає виконання студентами практичних завдань із поступовим ускладненням, але водночас дозволяє обирати програмне забезпечення відповідно до індивідуальних уподобань і технічних можливостей. У рамках курсу студенти самостійно обирають програмне забезпечення відповідно до уподобань, ліцензійних умов розповсюдження та можливостей комп'ютера, зокрема частіше обирають Blender, ArchiCAD, 3DS Max, Unreal Engine. Студенти, які не мають можливості працювати у високоресурсних програмах або не планують використовувати 3D-моделювання у професійній діяльності, можуть зосередитися на базових завданнях: створенні низькополігональних моделей, ручному текстурюванні чи концептуальному проєктуванні середовищ. Як виключення, через відсутність доступу до комп'ютера студенти обирають онлайн

редактори чи за стосунки для гаджетів з обмеженим функціоналом, наприклад онлайн редактор Spline.

Особливу увагу приділено універсальним етапам, що є спільними для будь-якого програмного середовища: створення геометрії об'єктів, текстуровання, освітлення, оптимізація моделей для рендерингу в реальному часі. Таким чином, навіть при різних освітніх траєкторіях студенти отримують узагальнене розуміння процесу створення ігрового середовища і дає базу для більш професійного заглиблення в інших рушіях.

Окрім технічного забезпечення, дизайн рівнів також включає і художню складову, розвиток якої входить у цикл навчання дизайнера. «...розробка комп'ютерних ігор включає в себе і відбір стилістичних рішень при розробці належного візуального втілення гри.» [3]. Цей аспект також дуже цікавий дизайнерам, незалежно від їх планів в майбутньому реалізовувати 3d моделювання як спеціаліст. Тому художнє опрацювання йде паралельно з освоєнням програми, за допомогою скетчингу, аналізу аналогів та цифрової графіки тощо.

Аналіз отриманих результатів засвідчив, що адаптивний підхід дозволяє поєднати інтереси різних груп студентів: тих, хто орієнтується на професійну діяльність у сфері геймдизайну, і тих, хто не планує подальшої роботи з 3D-графікою, але використовує набуті навички як додатковий інструмент у дизайні. Також деяким студентам цікава саме художня складова як така.

Таким чином, дослідження підтвердило доцільність упровадження адаптивного підходу в навчання 3D-моделюванню для створення ігрових середовищ. Гнучка методика, що передбачає вибір програмного забезпечення, дозволяє підвищити мотивацію студентів, адаптувати навчання до їхніх професійних планів та забезпечити засвоєння універсальних принципів дизайну рівнів. Зроблено висновок, що навіть для студентів, які не планують використовувати 3D-моделювання у своїй майбутній діяльності, курс є корисним, оскільки сприяє розвитку критичного мислення, просторової уяви та міждисциплінарних компетентностей. Подальші дослідження доцільно спрямувати на кількісну оцінку ефективності адаптивного підходу, розробку критеріїв оцінювання навчальних результатів та створення типових завдань для студентів із різним рівнем залученості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. R. de Vries, R. E. de Graaf, and P. Pilot, "Design-based learning in higher education: Its effects on students' problem-solving processes," *Design Studies*, vol. 65, pp. 45–59, 2019.
2. Д. В. Борисенко, *Методика використання комп'ютерного 3D проектування у навчанні майбутніх фахівців з дизайну*, дисертація кандидата наук 13.00.10. Київ, 2018.
3. Г. Ю. Чемерис, *Формування графічної компетентності майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук*, дис. д-ра філос. зі спец. 015 «Професійна освіта», Мелітоп. держ. пед. ун-т ім. Богдана Хмельницького, Мелітополь, Україна, 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.23678.00325.

ДИЗАЙН ЗВУКУ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЕСТЕТИКИ УКРАЇНСЬКОЇ МАСОВОЇ МУЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА ХУДОЖНІЙ АСПЕКТИ ЗВУКОЗАПИСУ

КОЧЕРЖУК Д.В. (kocherzhuk.dv@kmutd.edu.ua),

Київський національний університет технологій та дизайну

Робота ґрунтується на дослідженні феномену в галузі дизайну звуку (аудіовізуальна сфера мистецтва) як ключового чинника у формуванні естетичних засад української масової музичної культури (в т.ч. – естради). Аналіз проводиться у двох взаємопов'язаних аспектах: технологічному та художньому. Технологічний аспект розкриває еволюцію звукозапису від аналогових приладів до цифрових робочих станцій (DAW), розширює палітру виразальних практик. Художній аспект обґрунтовує трансформацію ролі звукорежисера від фахівця технічного спрямування (згідно виконання освітньої складової) до саунд-дизайнера, де студія звукозапису постає як творчий простір у створенні унікального звукового образу. Синергія технологічних інновацій та художніх практик у звукозаписі визначає специфіку звучання та естетичне сприйняття українського популярного мистецтва.

Постановка проблеми. У сучасному культурологічному та мистецтвознавчому дискурсах аналіз популярної музики зосереджується до форми композиторського виконавства, зокрема – текстовій складовій. Однак поза увагою залишається фінальне звучання та естетичне сприйняття твору реципієнтом, в т.ч. – дизайн звуку. Феномен саунд-дизайну, що виник на перетині технології і мистецтва, перетворив звукозапис із процесу технічної фіксації на самостійну творчу одиницю, яка безпосередньо формує естетичні засади масової музичної культури. Актуальність дослідження зумовлена тим, що в епоху цифрової дистрибуції та домінування продюсерського бачення, звуковий образ стає визначальним у комерційному успіху та культурній значущості музичного продукту. Незважаючи на наявність праць, присвячених історії звукозапису (А. Желєзний, С. Максимюк) чи окремим технологічним аспектам (В. Дьяченко, Є. Куш), бракує комплексного аналізу, який би об'єднав технологічну еволюцію та художні практики саунд-дизайну в єдиний процес формування естетики української популярної музики [6].

Мета дослідження постає у феномені дизайну звуку як чинника формування естетики української масової музичної культури через аналіз його технологічного та художнього аспектів звукозапису. Досягнення мети передбачає вирішення таких *завдань* як: схарактеризувати еволюцію технологій звукозапису в процесі розширення палітри виражальних засобів; обґрунтувати трансформацію ролі звукорежисера від технічного фахівця до саунд-дизайнера; продемонструвати на конкретних прикладах синергію технологічних та художніх практик, що визначають звуковий образ української популярної музики.

Суть дослідження. Розвиток естетики популярної музики нерозривно пов'язаний з еволюцією звукозаписних технологій. В епоху СРСР² естетика аудіовізуального твору, значною мірою, формувалася властивостями ведення фізичних носіїв (магнітна стрічка, касета, бобіна). Такі ефекти, як «тепла» сатурація плівки, створювали специфічне звучання, що стало характерною рисою для вокально-інструментальних ансамблів³. Обмежена кількість доріжок змушувала до ретельного аранжування та пошуку унікальних тембрів ще на етапі залучення виконавця, звукорежисера і композитора до запису, що сформувало дисциплінарність і винахідливість усіх учасників аудіозаписного процесу [5].

Злам технологічної революції відбувся з появою цифрових робочих станцій (DAW). Програмні компоненти, на кшталт: «Pro Tools», «Cubase», «Logic Pro» змінили робочий процес і демократизували функції мистецтва, зробив їх доступним для ширшого кола споживачів. Можливість нелінійного редагування мелодії, необмежена кількість ефектів, ідеальна реплікація звуку змістили технічні обмеження, зосередив свій творчий пошук на цифрових компонентах (дизайн звукової палітри) [2]. Це стало підґрунтям для виникнення складних, багатопланових аранжувань, характерних для стилізації сучасної поп-музики. Поява віртуальних інструментів та плагінів перетворили комп'ютер на універсальний музичний інструмент. Синтезатори, семплери, процесори ефектів (*реверберація, дилей, компресія*) унормували звукові ландшафти, що дозволило українським виконавцям органічно поєднувати звучання народних інструментів з глибокими електронними текстурами [1].

Паралельно з еволюцією технологій відбувалася трансформація ролі звукорежисера та звукоінженера, відповідального за комплексний запис фонографічного матеріалу. На початку зародження індустрії аудіовізуального мистецтва, звукорежисер був, переважно, техніком, що мав максимально точно зафіксувати виконання. Нині, це повноцінний саунд-дизайнер, який створює звуковий ландшафт композиції. Перші українські майстри, такі як П. Барановський та Л. Більчинський, виходили за межі, суто, технічної фіксації звуку. Вони найперші, хто експериментував з акустикою та методами запису, щоб досягти довершеного художнього результату. Ю. Винник, працював з провідними ВІА, паралельно з цим формувалася фірмова звучання, що стало еталоном відродження української естради початку 60-х рр. XX ст [3]. Сучасне популярне мистецтво позиціонує значення «звукорежисер» як роль саунд-продюсера, адже він є співавтором мистецького задуму. Звукорежисером обираються тембральні характеристики, вибудовується просторова панорама звуку (динаміка та фактура), створюються унікальні атмосферні ландшафтові зрізи.

² 1960-ті – 1991-і рр.

³ В подальшому, в тексті, буде залучено абревіатуру «ВІА».

Нині, студія звукозапису перестала бути нейтральним приміщенням і перетворилася на творчий простір із повноцінним музичним оздобленням [4]. Вибір мікрофонів, їх спектральне розташування, використання акустичних властивостей кімнати, робота з мікшерним пультом — частина художнього обрамлення.

Висновки. Дизайн звуку виконує функцію фундаментального чинника, яким визначається рівень естетики української масової культури. Еволюція звукозапису відбувалася у нерозривній синергії технологічного та художнього аспектів. Технологічний прогрес — від аналогової стрічки до цифрових робочих станцій та віртуальних інструментів, що постійно вдосконалювали палітру виражальних засобів, надав митцям осучаснені форми інструментів для творчого самовираження. Водночас художні запити спонукали до розвитку нових технологій. Цей взаємовплив призвів до трансформації ролі звукорежисера від техника до повноцінного саунд-дизайнера, а також — перетворення студії звукозапису на центральний елемент мистецького процесу. Через призму дизайну звуку можна простежити, як формувався унікальний звуковий ландшафт різних епох вітчизняної поп-музики. Таким чином, аналіз естетики популярного мистецтва є неповним без глибокого осмислення художніх практик та технологічних засад звукозапису, що породжує подальші наукові трактати та їх критичне мислення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Р. І. Безугла, «Масова та популярна культура: до проблеми співвідношення понять», Культура і сучасність, № 2, с. 86–91, 2010.
2. А. І. Бондаренко, В. Д. Шульгіна, Музична інформатика: навчальний посібник. Київ, Україна: НАКККиМ, 2011.
3. В. В. Дьяченко, «Творча діяльність українських звукорежисерів другої половини ХХ – початку ХХІ століття: теорія, історія, практика», дис. к. мист., Кафедра мистецтвознавства, Київ, Україна, 2018.
4. Є. В. Куш, «Електромузичний інструментарій як еволюційний фактор музичної культури ХХ – початку ХХІ століття», дис. к. мист., Кафедра мистецтвознавства, Київ, Україна, 2013.
5. В. М. Тормахова, «Українська естрадна музика і фольклор: взаємопроникнення і синтез»: монографія. Київ, Україна: Ліра-К, 2017.
6. М. Ю. Ужинський, «Сценофонія як культурно-мистецький феномен», дис. к. мист., Кафедра мистецтвознавства, Київ, Україна, 2021.

УДК 004.92

ДОСЛІДЖЕННЯ 3D ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЛОГОТИПІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ РЕНДЕРИНГУ В РУШІЯХ BLENDER3D

ЛИСКОВЕЦЬКИЙ В.В., БОЛТАЧ С.В.
(vlad.liskovetskiy@gmail.com, boltach.svetlana@gmail.com)
Одеський національний технологічний університет

У тезах представлено результати порівняльного дослідження рендерингових рушіїв Blender3D – Eevee та Cycles, проведеного з метою вибору оптимальних інструментів для створення анімаційних відео. Аналізувалися швидкість, якість зображення та доцільність використання рушіїв у задачах візуалізації логотипів. Окрему увагу буде приділено розробці програмного розширення для Blender3D, який допоможе у налаштуванні освітлення, що спрощує підготовку сцени та створення тестових рендерів. Практичним результатом стане подальше створення 3D-анімації герба університету та логотипа кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки.

Логотипи вже здавна є певним ідентифікатором, за яким суспільство впізнає історію, якість та репутацію різних продуктів та послуг. Відтворення їх візуального зображення в гарній якості за

допомогою сучасних інформаційних технологій є важливим кроком в формуванні відношення та іміджу. Суть дослідження зосереджена на порівнянні рендерингових рушіїв Blender3D, Eevee та Cycles – з метою визначення їхніх переваг і обмежень у завданнях 3D-візуалізації. Отримані результати слугують основою для подальшого створення анімаційних роликів університетської символіки, де важливим є поєднання високої якості зображення та оптимальної швидкості. Практичне застосування полягає у використанні напрацьованих методів для реалізації 3D-анімації герба Одеського національного технологічного університету [1] та логотипа кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки [2].

Для дослідження роботи вбудованих рендерингових рушіїв Blender3D було проведено експеримент на тестовій сцені, що містила базові геометричні примітиви та прості PBR-матеріали. Метою дослідження стало порівняння якості відтворення матеріалів, швидкості обробки та можливостей відтворення ефектів у кожного рушія. Особливу увагу приділено коректності роботи зі світлом, матеріалами і тінями, оскільки саме ці параметри визначають загальну якість майбутніх анімацій логотипів.

Важливо також зазначити характеристики апаратного забезпечення, на яких будуть проходити експериментальні дослідження двох рушіїв. У табл. 1.1 зазначені мінімальні потреби програми Blender3D та характеристик ПК, що буде задіяний у експерименті.

Таблиця 1.1 – Порівняння мінімальних вимог Blender3D 4.2 з використовуваним апаратним забезпеченням.

	Мінімальні вимоги Blender3D	Апаратне забезпечення
Процесор (CPU)	64-bit Quad-core	i7-9750H, 6 cores
ОЗП (RAM)	8 GB	16 GB
Відеокарта (GPU)	2 GB VRAM	Nvidia 1650, 4 GB VRAM
Кількість місця на диску	1 GB	500 GB

Після аналізу функціональних можливостей Blender3D та визначення вимог до апаратного забезпечення, наступним етапом стало проведення практичного експерименту із рендеринговими рушіями. Метою було дослідити відмінності у методах візуалізації та оцінити їх ефективність для подальшого використання у створенні анімаційної символіки.

Варто враховувати, що обидва рушії значною мірою покладаються на графічний процесор, який виконує основні розрахунки, пов'язані з відтворенням світла, тіней та відбиттів. Eevee використовує GPU за замовчуванням, тоді як для Cycles необхідно активувати режим GPU Compute, аби забезпечити однакові умови порівняння та зменшити навантаження на центральний процесор. CPU теж приймає участь в обробці, але здебільшого відповідає за допоміжні обчислення – обробку модифікаторів, підрахунок кількості полігонів, кешування текстур, тоді як GPU реалізує основну фізично-коректну візуалізацію сцени.

Суть експерименту заключається у порівнянні технологій ray-tracing (для EEEVEE) та light-path (для Cycles). Ray tracing – це базовий підхід до візуалізації, що полягає у відстеженні променів від камери до джерел світла з урахуванням відбиттів, прозорості та формування тіней. Такий метод широко застосовується у рендерингових рушіях для відеоігор, де головним завданням є швидкість та оптимізація, а не максимальна реалістичність. Path-tracing, у свою чергу, є фізично коректним методом, який відстежує усі випадкові шляхи променів світла, враховуючи відбиття, заломлення, обчислює усі тіні та розсіяне освітлення (каустику), що дозволяє отримати більш реалістичне зображення сцени. У якості світильника виступатиме глобальна карта джерела світла (HDRI). Результати у вигляді тестових рендерів приведені на рис. 1.1.

При детальному аналізі тестових рендерів помітно, що в Eevee деякі об'єкти на сцені формують аномальні тіні, створюючи враження, ніби вони «підвішені» над поверхнею. Прозорі матеріали, такі як скло, за певних налаштувань відтворюють задні об'єкти, проте не створюють віддзеркалень або тіней на поверхні сцени, а загальна яскравість зображення виглядає дещо зниженою. Натомість рендери в Cycles демонструють більш природне освітлення, реалістичні тіні та віддзеркалення, що підвищує візуальну привабливість сцени.



Рисунок 1.1 – Експериментальне порівняння двох рушіїв, тестова сцена:
а) – Рендер на рушії Eevee, б) – Рендер на рушії Cycles

На основі проведених експериментів можна зробити висновок, що для складних та яскравих сцен Cycles забезпечує більш якісний результат. Водночас важливим фактором залишається час рендерингу: обробка тестової сцени в Eevee зайняла 4,2 секунди, тоді як у Cycles — 27,5 секунд. При цьому тривалість рендеру в Cycles прямо залежить від кількості фізично-коректних ефектів, що обчислюються, включаючи відбиття, заломлення та розсіяне освітлення. Нижче описана табл. 1.2 з загальною характеристикою виконаних завдань для рушіїв.

Таблиця 1.2 – Порівняльний аналіз результатів експерименту

	Рушій Eevee	Рушій Cycles
Тіні	Не повністю промальовані	Природні
Відбиття світла	Тьмяне	Яскраве
Віддзеркалення	Неповне	Повне
Прозорість	Працює	Працює
Час на обробку (сек)	4,2	27,5

Отримані результати показали суттєву різницю між Eevee та Cycles. Рушій Eevee відзначається високою швидкістю рендерингу й підходить для створення попередніх переглядів та простих анімацій із мінімальними витратами часу. У той же час Cycles забезпечує значно більш реалістичне відтворення сцени завдяки використанню трасування променів, проте вимагає суттєво більших обчислювальних ресурсів. Виявлені особливості подальше планується врахувати при створенні анімаційних роликів герба університету та логотипа кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки.

Важливим елементом у процесі створення рендерів та анімацій є налаштування освітлення сцени, тому окрему увагу буде приділено дослідженню методів роботи зі світлом. У статті “3D Lighting Techniques: 8 Types Used for a CG Lifestyle Rendering” [3] наведено вісім різних підходів до освітлення. Наприклад, об’ємне світло (Volume light) імітує проходження променів крізь частинки чи пил, додаючи глибини та атмосфери, тоді як пряме освітлення (Directional light) забезпечує рівномірне підсвічування об’єкта. В анімаціях через динамічність може застосовуватись комбінування методів. В іншій статті “3-Point Lighting – 3D Scene Techniques” [4] розглядається класична техніка три-точкового освітлення, яка широко використовується як у тестових рендерах, так і в анімації (залежить від композиції). Її суть полягає у взаємодії трьох джерел світла: ключового (Key light), яке формує основні тіні та об’єм; заповнюючого (Fill light), що зменшує контрастність; та заднього (Back light), яке підкреслює контури об’єкта. На рис. 1.2 наведено схему розташування трьох джерел світла для візуалізації об’єкта.

На основі аналізу різних підходів до освітлення планується створення власного програмного модуля (аддону) для Blender3D. Його завданням стане спрощення налаштувань джерел світла та винесення необхідних параметрів у зручну бічну панель інтерфейсу. Реалізувати такий інструмент можливо за допомогою вбудованого в програму середовища Scripting, яке підтримує мову Python, а для інтеграції з інтерфейсом Blender доцільно скористатися документацією Blender Python API [5].

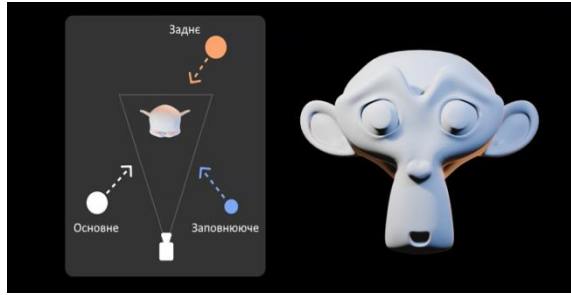


Рисунок 1.2 – Приклад three-point light освітлення

Підводячи підсумок отриманих результатів досліджень, було визначено можливості двох рушіїв Eevee та Cycles. Окремо розглянуто ефективні схеми налаштування освітлення сцени. Результати досліджень ляжуть в основу подальшої роботи, а саме створення анімованої візуалізації символіки ОНТУ та кафедри ІТтаКБ, а також розробки програмного модулю автоматизації налаштування освітлення для об'єктів на сцені.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ontu.edu.ua: [Веб-сайт]. URL: <https://ontu.edu.ua/symbol> (дата звернення: 07.09.2025).
- [2] kit.ontu.edu.ua: [Веб-сайт]. URL: <https://www.kit.ontu.edu.ua> (дата звернення: 07.09.2025).
- [3] <https://nesso.vn> // Nesso.vn: [Website]. URL: <https://nesso.vn/3d-lighting-techniques-8-types-used-for-a-cg-lifestyle-rendering> (viewed on: 08.09.2025).
- [4] <https://cada-edu.com> // Cada-edu.com: [Website]. URL: <https://cada-edu.com/guides/three-point-lighting#:~:text=This%20technique%20allows%20for%20a,create%20a%20sense%20of%20depth> (viewed on: 09.09.2025).
- [5] <https://docs.blender.org> // Blender.org: [Website]. URL: <https://docs.blender.org/api/current/index.html> (viewed on: 09.08.2025).

УДК 004.9

ПРОСТИЙ РЕДАКТОР ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ГРАФІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ MINECRAFT

МАЙДАНІУК В. П., ГРИЦИШИН В. О.
(maidaniuk2000@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто простий редактор для генерації Minecraft Pixel Art. Редактор реалізовано у вигляді вебзастосунку з використанням TypeScript, JavaScript, React та CSS.

Піксель арт або ж піксельна графіка – тип цифрового зображення, яке створюється на комп'ютері за допомогою растрового графічного редактора. У цьому типі графіки зображення редагується на рівні окремих пікселів (точок), і роздільна здатність зображення настільки низька, що окремі пікселі чітко видно [1]. Використання технологій по створенню Minecraft Pixel Art особливо стало популярним протягом останніх 3 років [2-3]. Тому розробка програмних засобів по створенню Minecraft Pixel Art є актуальною задачею.

Редактор реалізовано у вигляді вебзастосунку з використанням мов програмування TypeScript, JavaScript, бібліотеки React та каскадних таблиць стилів CSS, що забезпечує кросплатформність, виконання всіх операцій у вікні браузера. Інтерфейс додатку орієнтований на початківця і є інтуїтивно зрозумілим.

Користувач повинен спершу натиснути на кнопку «Обрати файл», після чого йому відкриється модальне вікно з вибором необхідного файлу. Після відкриття файлу, вебзастосунок завантажить його у власну пам'ять (рис. 1).

Після цього необхідно вибрати кількість блоків по горизонталі та палітру блоків, що

буде використовуватись при створенні нового піксель арту. Палітра блоків може бути обрана одна або декілька, це залежить від дій користувача і що він в кінцевому результаті хоче побачити (рис. 1).

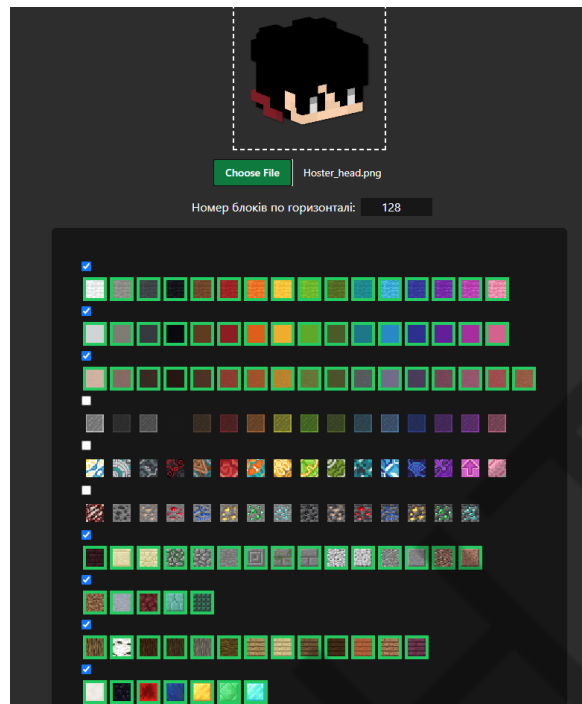


Рисунок 1 – Вибране зображення та палітра блоків

Після натискання кнопки конвертації користувач зможе побачити вікно (рис. 2) згенерованого зображення з різним набором функцій.

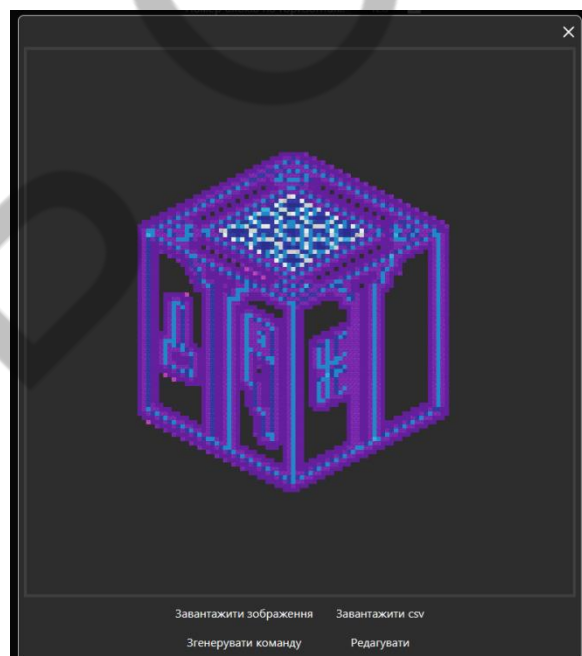


Рисунок 2 – Результат конвертування

При натисканні користувачем кнопки «Завантажити зображення», система відправить запит браузеру на зберігання новоствореного піксель арту (рис. 2).

Кнопка «Завантажити csv» (корисно для збору статистичних даних, можна переглядати в Excel) дасть запит системі згенерувати файл, що буде містити використану кількість різних блоків та заповнені комірки в точності як на новоствореному зображенні (рис. 2).

Кнопка «Згенерувати команду» надішле запит вебзастосунку для створення команди, яка в подальшому може бути використана у грі для вставки нового піксель арту.

Кнопка «Редагувати» дозволяє відкрити редактор новоствореного зображення аби підправити створений піксель арт. Редактор містить мінімальний набір будь-якого графічного редактора: пензлик, визначення кольору, масштабування, розмір пензлику, заливка (рис. 3).

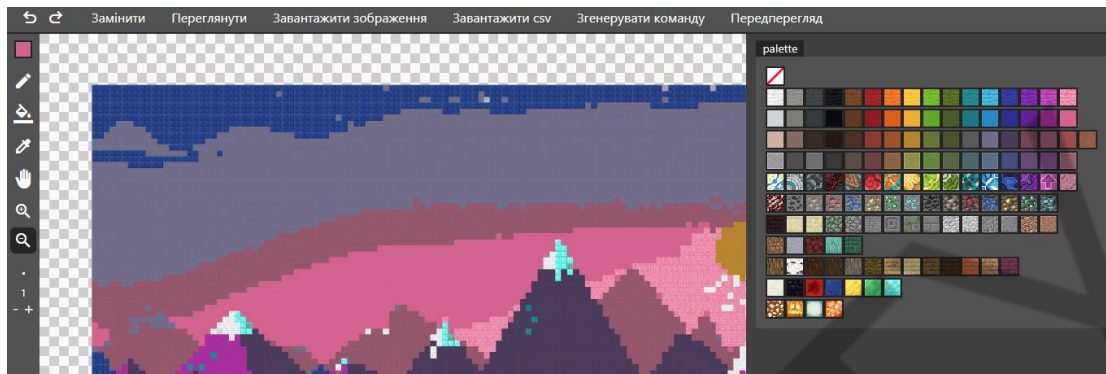


Рисунок 3 – Вікно редагування

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pixel Art Tutorial: How to Make Pixel Art by Adobe Creative Cloud. URL: https://www.adobe.com/eg_en/creativecloud/design/discover/pixel-art.html.
2. Грицишин В.О. Майданюк В.П. Покращення технологій програмного забезпечення для ефективного створення піксельних зображень. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/21722>.
3. О. О. Складанюк, В. П. Майданюк, і Арсенюк І. Р., «Графічний редактор для редагування відеоігор з розширеними функціональними можливостями», НаукПраці ВНТУ, вип. 2, Чер 2025.

УДК 004.9

КЛАСИФІКАЦІЯ ІГРОВИХ РЕДАКТОРІВ

МАЙДАНЮК В. П., ГРИЦИШИН В. О.
(maidaniuk2000@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет

Розглянуто класифікацію ігрових редакторів. Запропоновано критерії класифікації та показано різноманітність типів таких редакторів.

Ігрові редактори - це програмне забезпечення, що дозволяє створювати, змінювати та налаштовувати ігри. Вони є важливими інструментами для створення, модифікації та налаштування ігрового контенту, такого як рівні, персонажі, об'єкти чи сценарії. Ігрові редактори використовуються як професійними розробниками, так і гравцями ентузіастами. Їх можна класифікувати за різними ознаками. Класифікація ігрових редакторів залежить від їх призначення, функціональності, рівня складності та платформи [1-5].

За типом використання розрізняють вбудовані редактори та окремі редактори.

Вбудовані редактори інтегровані в гру або її рушій, що дозволяє створювати контент без додаткового програмного забезпечення. Вони зручні для користувачів, які працюють у межах однієї гри, але обмежені можливостями рушія. Наприклад, Galaxy Editor у StarCraft II дозволяє створювати власні карти, а Creation Kit для The Elder Scrolls V: Skyrim - модифікувати ігровий контент.

Окремі редактори - це незалежні програми, які використовуються для створення ігор або

контенту для різних рушіїв. Наприклад, Unity Editor та Unreal Engine Editor є потужними інструментами для розробки ігор, а Tiled - популярний редактор для 2D-карт. Такі редактори гнучкі, але потребують знань програмування.

За призначенням розрізняють універсальні та спеціалізовані редактори.

Універсальні редактори. Це повноцінні ігрові двигуни (game engines) з вбудованими інструментами для розробки. Вони дозволяють створювати ігри з нуля, включаючи ігрову логіку, рівні, графіку, фізику та інші аспекти. Приклади: Unreal Engine, Unity, Godot.

Спеціалізовані редактори. Ці інструменти призначені для роботи з конкретними частинами ігор. Їх використовують для створення окремих компонентів, які потім інтегрують у гру. Спеціалізовані редактори можна розділити на такі типи:

- редактори рівнів (Level editors). Ці інструменти призначені для створення ігрових локацій, карт або рівнів. Наприклад, Hammer Editor використовується для ігор на рушії Source (Half-Life 2), а Radiant - для серії Quake. Вони фокусуються на дизайні ландшафтів, розміщенні об'єктів і тригерів;
- редактори персонажів (Character creators): розробка та налаштування візуального вигляду героїв;
- редактори анімації: створення анімаційних послідовностей для персонажів та об'єктів.
- редактори ландшафту (Terrain editors): створення та моделювання ігрового рельєфу (гори, долини, річки);
- редактори моделей і текстур. Такі редактори створюють або модифікують 3D/2D-об'єкти, текстури та анімації. Наприклад, Blender використовується для моделювання, а Substance Painter — для створення текстур. Активи, створені в цих редакторах, імпортуються в ігрові рушії.
- редактори сценаріїв і логіки. Ці інструменти дозволяють створювати ігрову логіку, діалоги чи штучний інтелект без глибокого програмування. Наприклад, Blueprint в Unreal Engine пропонує візуальне програмування, а Fungus для Unity спрощує створення діалогів;
- редактори модифікацій. Інструменти для створення модифікацій змінюють геймплей, графіку чи механіки гри. Наприклад, Forge для Minecraft або Nexus Mod Manager для керування модами. Вони популярні серед ігрових спільнот.

За типом ліцензії та доступу ігрові редактори бувають комерційні та безкоштовні.

Комерційні редактори пропонуються за плату, часто з різними варіантами ліцензій (наприклад, щомісячна підписка або одноразова покупка). Можуть пропонувати розширену підтримку та доступ до ексклюзивних функцій.

Безкоштовні (Free) або з відкритим кодом (Open-source) доступні для широкого загалу безкоштовно. Редактори з відкритим кодом дозволяють розробникам змінювати сам інструмент, адаптуючи його під свої потреби. Приклади: Godot (повністю безкоштовний, відкритий код), Unity та Unreal Engine (мають безкоштовні версії з певними обмеженнями).

За рівнем складності та цільовою аудиторією розрізняють редактори для новачків та для досвідчених розробників

Редактори для новачків (Beginner-friendly) мають інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та спрощений функціонал, що дозволяє швидко почати створювати прості ігри без глибоких знань програмування. Часто використовують візуальне програмування (наприклад, систему блоків). Приклади: GameMaker, Construct.

Редактори для досвідчених розробників вимагають знань мов програмування (C++, C#, Python) і надають максимальний контроль над усіма аспектами розробки. Зазвичай використовуються для створення масштабних та складних проєктів. Приклади: Unreal Engine, Unity.

За способом взаємодії відомі редактори на основі скриптів, редактори на основі візуального програмування, гібридні.

Редактори на основі скриптів використовують готові бібліотеки та модулі, а ігрова логіка описується за допомогою скриптів. Це дозволяє швидко створювати ігри без глибоких знань у програмуванні (Unity з C#, Godot з GDScript).

Редактори на основі візуального програмування (Drag-and-Drop) дозволяють створювати логіку гри, поєднуючи функціональні блоки. Цей підхід ідеально підходить для новачків. Приклади: Blueprint (Unreal Engine), Bolt (Unity).

Гібридні - поєднують візуальне конструювання з програмуванням (Unreal Engine — Blueprint та C++).

За платформою: для персонального комп'ютера, консолей та мобільних пристроїв.

Найпоширеніші редактори, як Unity, Unreal Engine чи Blender, розроблені для настільних систем.

Деякі ігри для консолей, як Dreams на PlayStation, мають вбудовані редактори, але їх функціонал обмежений апаратними можливостями.

Мобільні редактори, наприклад, Godot із підтримкою мобільних версій, простіші через сенсорний інтерфейс.

Класифікація ігрових редакторів допомагає вибрати інструмент залежно від цілей, рівня навичок і типу проекту. Вибір редактора залежить від потреб користувача та специфіки проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rogers, Scott. Level Up! The Guide to Great Video Game Design. Wiley Publishing, 2014.
2. Shell, Justin. The Game Designer's Handbook: A Practical Guide to Building Your First Game. Apress, 2017.
3. Adams, E., Rollings, A. Fundamentals of Game Design. New Riders, 2014.
4. Bates, Bob. Game Design: An Art, A Science, and a Business. Course Technology PTR, 2004.
5. О. О. Складанюк, В. П. Майданюк, і Арсенюк І. Р., «Графічний редактор для редагування відеоігор з розширеними функціональними можливостями», НаукПраці ВНТУ, вип. 2, Чер 2025.

УДК 004.94+655.5

МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ВІЗУАЛЬНОГО КОНТЕНТУ

ОЛІЯРНИК Т. І. (taras.i.oliarnyk@lpnu.ua)
Національний університет «Львівська політехніка»

Стрімке зростання обсягів візуального контенту у сфері дизайну, медіа та ігрових технологій формує потребу в автоматизованих засобах його аналізу. Якість цифрових зображень визначає емоційний вплив на користувача, формує естетичне сприйняття продукту й безпосередньо впливає на конкурентоспроможність проєктів. Традиційні метрики, такі як PSNR чи MSE, хоч і поширені, показали низьку кореляцію з людським сприйняттям. Запропонований SSIM [1] став значним кроком уперед, адже враховує структурну подібність зображень.

Сучасні дослідження підкреслюють важливість поєднання об'єктивних і суб'єктивних методів. Зокрема, [2] демонструє переваги інтеграції технічних метрик (PSNR, SSIM, BRISQUE) із суб'єктивними оцінками користувачів, що забезпечує більш точну відповідність людському сприйняттю. Подібну тенденцію підтверджує й огляд [3], який узагальнює сучасні методи IQA і виділяє їх сильні та слабкі сторони.

Автоматизований аналіз візуального контенту сьогодні стає критично важливим у багатьох галузях. У сфері дизайну та медіа він дозволяє оптимізувати процес відбору графічних матеріалів, автоматизувати контроль якості та скоротити час виходу продукту на ринок. Для ігрової індустрії подібні системи відкривають можливості швидкого оцінювання асетів, автоматичної класифікації сцен і персонажів, а також інтеграції з інструментами геймдизайну, що спрощує роботу з великими бібліотеками візуальних ресурсів.

Важливою перевагою є здатність таких систем зменшувати суб'єктивний фактор при оцінюванні зображень. Якщо раніше процес аналізу покладався переважно на експертні оцінки дизайнерів або тестових груп, то нині використання глибинних моделей дозволяє забезпечити стабільність і відтворюваність результатів. Це особливо актуально при роботі з глобальними командами, де необхідна єдина шкала якості незалежно від культурних чи естетичних відмінностей.

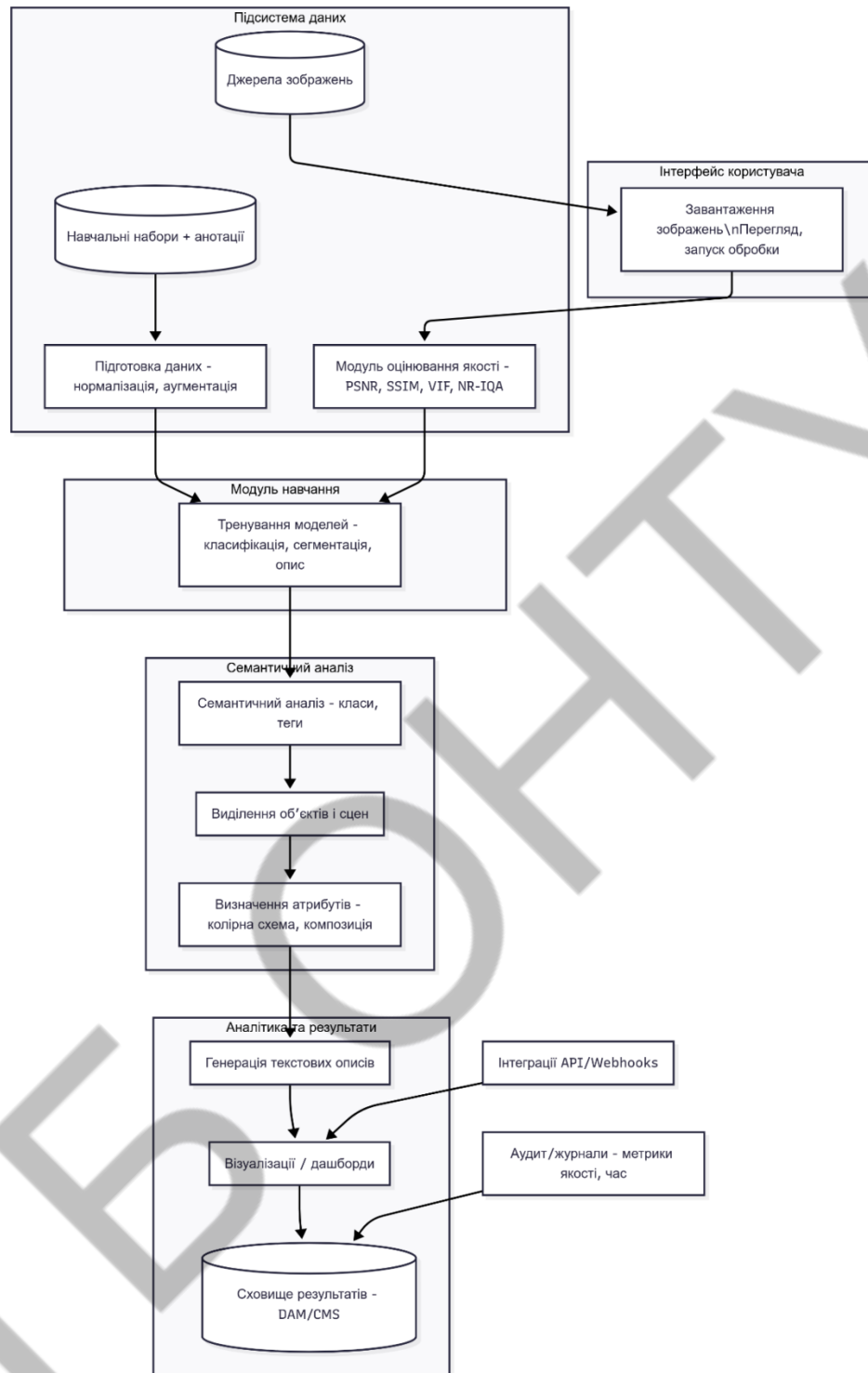


Рис. 1. Структурна модель інформаційної системи аналізу візуального контенту

Додатково актуальним є питання масштабованості: із зростанням обсягів даних потрібно створювати архітектури, здатні працювати у реальному часі, забезпечуючи високу точність і продуктивність. Подібні рішення стають ключовими для потокових платформ, інтерактивних ігор та систем віртуальної чи доповненої реальності, де затримки в обробці безпосередньо впливають на користувацький досвід.

Метою роботи є розроблення моделі інформаційної системи, орієнтованої на комплексний аналіз візуального контенту.

Запропонована модель складатиметься з чотирьох рівнів (рис. 1):

1. Інтерфейс користувача – забезпечує завантаження зображень, керування процесом аналізу та перегляд результатів.

2. Підсистема даних – містить навчальні набори зображень та анотації. Ключовим елементом є модуль оцінювання якості та відбору, який використовує як класичні метрики (PSNR, SSIM, VIF), так і сучасні підходи на основі глибинних мереж [4, 5]. Удосконалення цього блоку можливе завдяки базам даних з MOS-оцінками, як-от NITS-IQA [6], що містять суб'єктивні оцінки користувачів і можуть бути використані для навчання NR-IQA моделей.

3. Модуль навчання – відповідає за підготовку даних (нормалізація, аугментація) та тренування моделей. Transfer learning [7] дозволяє підвищити точність при обмежених даних.

4. Аналітика та результати – включає семантичний аналіз (класифікація сцен, об'єктів, атрибутів), генерацію описів і створення дашбордів. Результати зберігаються у сховищі DAM/CMS для подальшого використання. Інтеграційні модулі – API та webhooks для взаємодії з іншими системами (наприклад, дизайнерськими інструментами). Аудит і журнали – забезпечують моніторинг виконання (метрики якості, час обробки, історія доступу).

Особливістю запропонованої моделі є інтеграція технічних метрик якості (PSNR, SSIM, BRISQUE) з естетичними оцінками та семантичним аналізом. Це дозволяє поєднати об'єктивне оцінювання з суб'єктивними характеристиками, які визначають сприйняття користувачами.

Висновок. Розроблена модель інформаційної системи аналізу візуального контенту забезпечує комплексний підхід до роботи з цифровими зображеннями. Вона поєднує класичні метрики якості та сучасні нейронні методи NR-IQA, підтримує автоматичну класифікацію та опис контенту, а також інтеграцію з інструментами управління цифровими активами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, E. P. Simoncelli. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*. 2004. № 13 (4). Pp. 600–612. <https://doi.org/10.1109/TIP.2003.819861>.
2. K. Nikiforaki, I. Karatzanis, A. Dovrou, M. Bobowicz, K. Gwozdzievich, O. Díaz, M. Tsiknakis, D. I. Fotiadis, K. Lekadir, K. Marias. Image Quality Assessment Tool for Conventional and Dynamic Magnetic Resonance Imaging Acquisitions. *Journal of Imaging (MDPI)*. 2024. № 10 (5), 115. <https://doi.org/10.3390/jimaging10050115>
3. Jamil, S. Review of Image Quality Assessment Methods for Compressed Images. *J. Imaging* 2024. № 10 (5), 113. <https://doi.org/10.3390/jimaging10050113>.
4. S. Bosse, D. Maniry, K.-R. Müller, T. Wiegand, W. Samek. Deep neural networks for no-reference and full-reference image quality assessment. *IEEE Transactions on Image Processing*. 2018. № 27 (1). Pp. 206–219. <https://doi.org/10.1109/TIP.2017.2760518>
5. S. Bianco, L. Celona, P. Napoletano, R. Schettini. *On the use of deep learning for blind image quality assessment*. 2018. № 12. Pp. 355–362. <https://doi.org/10.1007/s11760-017-1166-8>.
6. K. Ruikar. NITS-IQA: A New Image Quality Assessment Database. *Sensors (MDPI)*. 2023. № 23 (4), 2279. <https://doi.org/10.3390/s23042279>
7. J. Plested and T. Gedeon, “Deep transfer learning for image classification: A survey,” 2022. <https://arxiv.org/abs/2205.09904>.

УДК 004.8

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І НАРАТИВНИЙ ДИЗАЙН В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

ПРОЦЕНКО Н.М. (pronatanic@gmail.com)

Державний біотехнологічний університет

У роботі розглянуто вплив сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту, на наративний дизайн в ігровій індустрії. Представлені статистичні дані про зростання використання нейромережевих інструментів у розробці ігор та застосування в галузі наративного дизайну, а також приклади рішень від великих компаній, таких як NVIDIA, Ubisoft та Google. Проведений аналіз ефективності різних ШІ-інструментів при створенні персонажів,

діалогів та внутрішньоігрових описів. Виділено перспективи подальшого розвитку та потенційні ризики, пов'язані з впровадженням ШІ в ігрові системи.

Протягом останніх п'яти десятиліть сучасна ігрова індустрія стрімко розвивається, цифрові ігри стали основним джерелом розваг для мільйонів людей. Грають як в багатокористувацькі онлайн-ігри, де можна грати протягом багатьох годин, так й в прості для розуміння головоломки, у які можна грати протягом кількох хвилин на мобільному пристрої. Оскільки цифрові ігри стають повсюдними, демографічні показники гравців постійно змінюються, тому однією з вирішальних складових успіху ігор стає якісний наративний дизайн. Сюжет, персонажі, емоції, які відчуває людина під час проходження гри, грають ключову роль у підвищеному рівні привабливості комп'ютерних ігор. Хоча створення гри зараз простіше, ніж будь-коли, з точки зору технічної компетентності, проте наративний дизайн вимагає багато часу і значних творчих ресурсів. Завдяки активному впровадженню сучасних технологій, таких як штучний інтелект та інструменти автоматизації, процес створення наративного дизайну стає більш ефективним і гнучким.

Наратив – це оповідання, що розповідає про пов'язані між собою події. У комп'ютерних іграх під цим терміном розуміються історія гри та досвід, який проживає людина під час гри. Логічно послідовний та взаємопов'язаний перебіг контексту, хронології та теми є фундаментальною властивістю якісного наративу, що забезпечує його зрозумілість, свідомість та вплив на гравця. Однак, саме в цьому полягає одна з найбільш серйозних проблем, що стоять перед розробниками штучного інтелекту. Як свідчать недавні дослідження, ШІ-генеровані наративи часто страждають від логічних розривів, протиріч у розвитку сюжету, неузгодженості дій персонажів та тематичної розрізненості [1,2].

У вирішенні цієї проблеми неоціненну допомогу можуть надати ідеї наративної парадигми Уолтера Фішера, яка розглядає розповідь як фундаментальний спосіб людської комунікації та пізнання світу. Вчений стверджує, що переконливість та ефективність будь-якого повідомлення, у тому числі і наративного, залежать від двох основних чинників: внутрішній несуперечності історії (логічний зв'язок між її елементами, відсутність розривів та абсурдних ходів) та достовірності (наскільки історія збігається з особистим досвідом, цінностями та переконаннями аудиторії) [3].

Поглиблення в психологічні аспекти наративу пропонує модель історії життя Дена П. Макадамса. Макадамс розглядає створення автобіографічних наративів як ключовий механізм формування ідентичності та осмислення свого життєвого шляху. Згідно з його моделлю, історія життя не просто перераховує події, а й відображає суб'єктивно пережитий досвід і послідовно розвиває деяку центральну тему особистісного зростання, подолання або набуття розуміння [4].

Часто зустрічається думка, що наратив в іграх – це діалоги, квести, художні описи та назви персонажів, предметів, регіонів, тобто все це по суті текст, але наративний дизайн – це процес створення та інтеграції наративу в гру. Відмінність гри від книг, кіно та інших творів мистецтва в тому, що гра дозволяє робити вибір. Так, є інтерактивне кіно та інші способи додати активні дії в інші сфери розваг, проте тільки ігри зробили це своєю основою, і без застосування штучного інтелекту на сьогоднішній час неможливо створити більш реалістичні і гнучкі ігрові сценарії, адаптивні поведінки персонажів і динамічні взаємодії з гравцем.

На сьогоднішній час світ ігор переживає оновлення. У 2024 році світовий дохід від ігор досяг близько \$187,7 млрд, вже зараз ігрова індустрія коштує близько \$275,4 млрд, але зі швидким зростанням штучного інтелекту ця цифра лише збільшуватиметься і, за прогнозами, досягне \$400,8 млрд до 2029 року [5, 6]. Згідно з проміжним звітом Unity Gaming Report 2025, 96 % опитаних ігрових студій кажуть, що вони використовують технології на основі нейромереж у певних робочих процесах (у 2024 році цей показник складав 62 %), 79 % респондентів повідомляють про позитивне ставлення до інструментів ШІ у розробці ігор [7, 8].

Збільшення загального об'єму неймереж в ігрових студіях також підвищило об'єм їх використання при створенні наративного дизайну: під час опитування на початку 2025 року 36 % розробників ігор з усього світу, які взяли участь у опитуванні, вказали, що їх студії чи відділи вже використовують ці технології для створення тексту та наративного дизайну. Відповідно до статистичних даних, серед опитаних студій вже 64 % використовує нейромережеві інструменти для створення та опрацювання неігрових персонажів, 56 % – для опису навколишнього світу, 52%

– для адаптації та розпізнавання мови, 43% – для класифікації та опису предметів та об'єктів внутрішнього світу ігор [8].

Наразі не поодинокі випадки, коли великі компанії займаються розробкою особистих інструментів на базі штучного інтелекту для оптимізації процесів створення наративного дизайну. Наприклад, неігрові персонажі (NPC) традиційно дотримуються суворих правил, розроблених для імітації інтелекту, діють відповідно сюжету та забезпечують сценарійну взаємодію з гравцем. Однак, з розвитком інтелектуальних мовних моделей, ігровий ШІ готовий до справжнього інтелектуального оновлення. У 2025 році NVIDIA Corporation представила автономних ігрових персонажів NVIDIA ACE. За допомогою генеративного штучного інтелекту та великих мовних моделей, які навчені на трильйонах речень, що описують, як люди реагують на світ, можна імітувати прийняття рішень, подібне до людського. Автономні ігрові персонажі NVIDIA ACE працюють на наборі генеративних моделей штучного інтелекту для сприйняття, пізнання, дії та рендерингу, що дозволяють розробникам створювати агентів штучного інтелекту в іграх, які думають, відчувають та діють значною мірою як люди. Голова компанії NVIDIA Corporation Дженсен Хуанг, виступаючи на саміті штучного інтелекту в Індії, відмітив, що ШІ виконуватиме деякі завдання в 1000 разів краще [9]. Інструменти на основі нейромереж, які створюються та вбудовуються в процесі розробки ігор, допомагають значно скоротити обсяг роботи наративних дизайнерів.

Бен Свансон, науковець з досліджень і розробок у відділі La Forge Montreal, що входить до складу компанії Ubisoft Entertainment SA, розробив власний інструмент штучного інтелекту Ghostwriter. Цей інструмент полегшує одне з найтрудомісткіших завдань сценариста відеоігор – створення діалогів. Ghostwriter ефективно генерує перші чернетки діалогів NPC під час певних подій. Завдяки зручному інтерфейсу та потужній інфраструктурі штучного інтелекту, технологія дозволить сценаристам масштабувати свої ігри, бути більш амбітними у своїх наративних дизайнах, зберігаючи при цьому повний контроль над своєю роботою [10]. Впровадження таких інструментів дозволяє скоротити час створення наративних елементів на 30-40 % [11].

Однією з найбільш трансформаційних технологій, що формують майбутнє ігор, є обробка природної мови (NLP). Дозволяючи машинам розуміти, інтерпретувати та реагувати на людську мову, NLP революціонізує спосіб взаємодії гравців з іграми, створюючи динамічні наративи. Гравці, спілкуючись з NPC, використовують природну мову, а відповіді генеруються з урахуванням контексту. Це створює ілюзію спілкування з живою людиною, а не машиною, що особливо важливо для рольових та сюжетно-орієнтованих ігор. Нещодавно Google випустив нові нейронні модулі довготривалої пам'яті під назвою «Titans», щоб покращити обробку машинами великих обсягів інформації в часі. Дослідники протестували Titans на таких завданнях, як моделювання мови, і отримали вражаючі результати, які перевершили існуючі архітектури, такі як Transformers та рекурентні нейронні мережі (RNN). Пабло Хорнеман, стратег зі штучного інтелекту, пояснив, що короткочасна пам'ять використовує стандартну увагу для поточного контексту, тоді як модуль нейронної пам'яті ефективно керує віддаленими залежностями. Ця архітектура забезпечує збалансовану обробку недавніх та історичних даних і долає обмеження в обробці довгих послідовностей [12].

Підсумовуючи все вище викладене, варто підкреслити: штучний інтелект сьогодні – це не просто технологічна новинка, а один із ключових інструментів розвитку всієї ігрової індустрії. Штучний інтелект стає дедалі актуальнішим, його застосування як творчої сили у надзвичайно складному завданні наративного дизайну стане важливою віхою. Завдяки академічним зусиллям за останні 10 років було розроблено безліч нових алгоритмів штучного інтелекту для геймдизайну, а ще більше неігрових алгоритмів штучного інтелекту було перепрофільовано для цих завдань. Грамотне застосування штучного інтелекту дозволяє створювати яскраві, адаптивні та захопливі віртуальні світи, які можуть адаптуватися до гравця, реагувати на його дії та пропонувати унікальний досвід.

Проте, не можна не звертати увагу на ризики і проблеми, які пов'язані з впровадженням ШІ. Серед них — високе навантаження на обчислювальні ресурси, складність у навчанні та налаштуванні моделей, а також етичні та правові питання, включаючи обробку персональних даних і непередбачуваність поведінки систем, що навчаються. Можливість генерувати

невідмінний від реальності контент може посилювати існуючі соціальні упередженості, тому потребує пильної уваги і глибокого осмислення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Gaming Industry Report 2025: Market Size & Trends. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://www.blog.udonis.co/mobile-marketing/mobile-games/gaming-industry>.
- [2] 2025 Unity Gaming Report. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://unity.com/resources/gaming-report>.
- [3] Yi, Qiang, Yangfan He, Jianhui Wang, Xinyuan Song, Shiyao Qian, Xinhang Yuan, Miao Zhang, et al. 2025. «SCORE: Story Coherence and Retrieval Enhancement for AI Narratives.». [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://arxiv.org/html/2503.23512v2>.
- [4] Zhang, Jinming, and Yunfei Long. 2024. «MLD-EA: Check and Complete Narrative Coherence by Introducing Emotions and Actions.». [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://arxiv.org/abs/2412.02897>.
- [5] Fisher, W. R. (1984). Narration as a human communication paradigm: The case of public moral argument. Communication Monographs, 51(1), 1–22. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03637758409390180>.
- [6] Психологічна сила наративу. За матеріалами: Jenniffer Ouellette «What's Your Story? The Psychological Power of Narrative». Nautil.us. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://md-eksperiment.org/post/20220120-psihologichna-sila-narativu>.
- [7] Unity Gaming Report 2024. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://unity.com/resources/gaming-report?isGated=false#ai-worldbuilding>.
- [8] How AI is Changing Gaming Tech in 2025. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://enablis.co/resource/how-ai-is-changing-gaming-tech-in-2025/>.
- [9] Jensen H. AI NPCs are the future of video games. Nvidia Convai partnership. [Електронний ресурс]. Доступно URL: https://www.youtube.com/watch?v=X_2X2uLZyL4&t=4s.
- [10] Roxane B. The Convergence of AI and Creativity: Introducing Ghostwriter. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://news.ubisoft.com/enus/article/7Cm07zbBGy4Xml6WgYi25d/the-convergence-of-ai-and-creativity-introducing-ghostwriter>.
- [11] Dina, S How AI Will Shape the Future of the Gaming Industry. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://www.digitalaiq.com/how-ai-will-shape-the-futureof-the-gaming-industry>.
- [12] Google's New AI Architecture 'Titans' Can Remember Long-Term Data. [Електронний ресурс]. Доступно URL: <https://analyticsindiamag.com/ai-news-updates/googles-new-ai-architecture-titans-can-remember-long-term-data/>.

УДК 004.032.26

КАСКАДНА МОДЕЛЬ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ З НАЯВНИМИ ОЗНАКАМИ ЗАХВОРЮВАНЬ ОЧЕЙ

ПРОЧУХАН Д.В (dprochuhan@gmail.com)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Запропоновано каскадну модель класифікації захворювань очей з наявними ознаками захворювань очей. Обґрунтовано переваги створеної моделі у складності у порівняння з аналогічними моделями. Доведено, що каскадна структура забезпечує зменшення очікуваної обчислювальної складності та збіжність у процесі навчання. Створена модель дозволяє ефективно враховувати вагу рідкісних класів.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є створення ефективної каскадної моделі для подальшого використання у класифікації зображень з наявними ознаками захворювань очей.

Суть дослідження. Нехай $X \subset \mathbb{R}^{h \times w \times c}$ — простір вхідних зображень. Кожне зображення $x \in X$ характеризується розмірністю $h \times w$ та кількістю каналів c . На першому рівні каскадної моделі визначається множина базових класів: $Y_1 = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$, де C_i — діагностичний клас. В залежності від конкретного застосування, m може бути різним. Для кожного $C_i \neq C_{\text{norm}}$ визначається підмножина підкласів другого рівня: $Y_{2,i} = \{S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{ik_i}\}$, де k_i — кількість підтипів патології, пов'язаних з класом C_i . Нехай $f_1: X \rightarrow Y_1$ — класифікатор першого рівня, а $f_{2,i}: X \rightarrow Y_{2,i}$ — класифікатор другого рівня для випадку, коли $f_1(x) = C_i$. Повне відображення системи визначається як композиція:

$$F(x) = \begin{cases} C_{\text{norm}}, & f_1(x) = C_{\text{norm}}, \\ (C_i, f_{2,i}(x)), & f_1(x) = C_i, i \neq \text{norm}. \end{cases} \quad (1)$$

Багаторівнева функція втрат. Її формула має вигляд

$$L(x, y) = L_1(x, y_1) + \lambda_{y_1} \cdot L_{2,y_1}(x, y_2) \quad (2)$$

де: L_1 — функція втрат першого рівня (наприклад, categorical cross-entropy),

L_{2,y_1} — функція втрат другого рівня для класу y_1 ,

λ_{y_1} — ваговий коефіцієнт, що визначає важливість другого рівня класифікації для даного y_1 .

Таким чином, вага $\lambda_{y_1} = 0$ для нормального класу, а для патологій $\lambda_{y_1} > 0$. Доведемо оптимальність каскаду. Нехай $E[C]$ — очікувані витрати обчислень на класифікацію всіх прикладів. Для плоскої моделі з N класами складність становить $O(N)$. Для каскадної структури з m класами першого рівня та підкласами k_i маємо:

$$E[C_{\text{cascade}}] = O(m) + \sum_{i=1}^m p_i \cdot O(k_i) \quad (3)$$

де p_i — ймовірність віднесення до класу C_i . Оскільки $\sum_{i=1}^m p_i = 1$, то $E[C_{\text{cascade}}] < O(N)$, що доводить виграв у середній складності. Дослідимо питання збіжності каскаду. При оптимізації функції втрат $L(x, y)$ методом градієнтного спуску із кроком $\eta < 2/L$, де L — константа Ліпшиця для градієнта, послідовність ваг $\{w_t\}$ збігається до стаціонарної точки.

Для практичної задачі можна задати λ_{y_1} як пропорційний коефіцієнту важливості діагностичної похибки

$$\lambda_{y_1} = \alpha \cdot \frac{1}{p(y_1)} \quad (4)$$

де $p(y_1)$ — апіорна ймовірність класу y_1 , а α — нормувальний параметр. Така постановка дозволяє підсилити вагу рідкісних класів і знизити дисбаланс. через λ_{y_1} .

Висновки.

Побудована абстрактна математична модель каскадної інтелектуальної системи описується формальним простором класів $Y_1, Y_{2,i}$, ієрархічним відображенням $F(x)$ та узагальненою функцією втрат $L(x, y)$. Доведено, що каскадна структура забезпечує зменшення очікуваної обчислювальної складності та збіжність у процесі навчання, а також дозволяє враховувати вагу рідкісних класів

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ ТА ПРАВИЛ РОЗРОБКИ ГЕЙМДИЗАЙНУ

РЕЙДА М. О. (okashnik48@gmail.com), БАРИЧ М. О. (varicmaksim5@gmail.com),

РЕЙДА О. М. (reyda@vntu.edu.ua)

Вінницький національний технічний університет

Принципи розробки геймдизайну у сфері відеоігр, є одними з ключових факторів успішності продукту. У процесі розробки застосовують різні систематизовані методи та стандартизовані правила для створення зручного та зрозумілого функціоналу, що забезпечує інтуїтивність дії при використанні продукту. Саме тому аналіз основних принципів геймдизайну є актуальним для дослідження, адже він дозволяє підвищити структурованість розробки, оптимізувати ігрові механіки, покращити баланс та динаміку гри, а також забезпечити високий рівень досвіду користувача.

Основні принципи геймдизайну:

1. Цільова установка (Goal).
2. Ігрові механіки (Mechanics).
3. Інтерактивність і зворотний зв'язок (Feedback).
4. Мотивація гравця (Motivation).
5. Баланс (Balance).

Цільова установка (Goal) - цілі та завдання забезпечують шлях, яким гравці можуть рухатися в грі. Відеогра має головну мету та багато дрібних цілей. Головною метою є завершення гри, тоді як набір дрібних цілей мотивує гравця та спонукає його рухатися вперед для досягнення головної мети. Певним чином, цілі створюють структуру для гри. Отже, цілі та завдання забезпечують відчуття виклику та мети для гравців. Досягаючи їх, гравці мотивуються продовжувати грати в гру.

Ігрові механіки (Mechanics) - збереження простоти та захопливої механіки гри дуже важливо для того, щоб зробити ігровий процес цікавим. Існує багато популярних ігор, які мають лише 2-3 основні механіки (рис. 1). Найкраще це можна показати на прикладі гри Super Mario. Стрибки, біг, збирання бонусів та ковзання — це основні ігрові механіки, що використовуються в усій грі. Ці прості основні механіки зробили гру більш привабливою та захопливою, що призвело до її загального успіху серед гравців. У деяких випадках, якщо гра має багато складних ігрових механік, це може заплутати гравця. Під час гри дії, що виконуються гравцями, повинні бути бездумними та інтуїтивно зрозумілими.

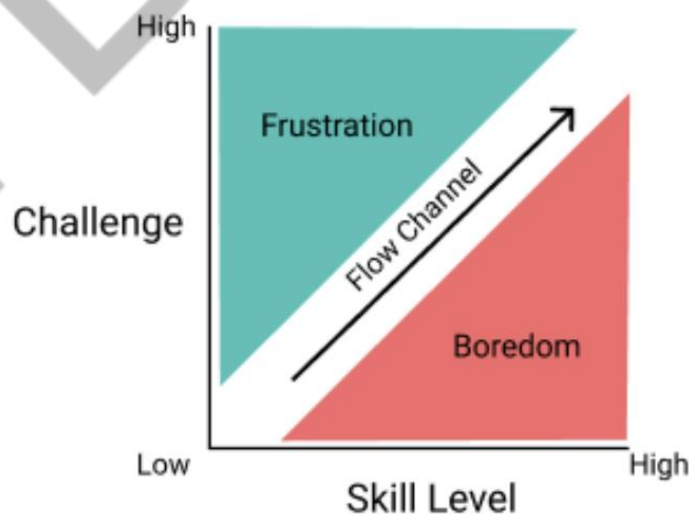


Рисунок 1. Вплив динамічного регулювання складності на досвід гравця у відеоіграх

Інтерактивність і зворотний зв'язок (Feedback) - нагороди та відгуки чудово підходять для залучення аудиторії до гри. Відгуки та винагороди повинні відповідати темі, стилю та тону гри. В іграх відгуки – це спосіб гри реагувати на дії користувачів. Відгуки можуть бути візуальними, звуковими або текстовими. Вони повинні бути своєчасними, чуйними та водночас захопливими. З іншого боку, винагороди розпалюють дух змагання гравця, змушуючи його продовжувати гру. Нагороди не є обов'язковими для гри, але вони служать важливої меті мотивації гравців та залучення їх до гри. Відгуків та винагород не повинно бути занадто багато чи занадто мало. Вони повинні бути достатньою кількістю, щоб уникнути відчуття перевантаження або втрати інтересу до гри у гравців. [1]

Мотивація гравця (Motivation) - концепція, яка може здаватися дуже розпливчастою, але в основі того, що робить ігровий процес хорошим, лежить кінцева місія, з якою гравець може пов'язати себе. У грі Tetris це може бути щось просте, як-от «отримати якомога більше комбінацій з 5 рядів», але це може бути набагато більш відкритим та захопливим для більш кінематографічної гри. Що б ви не обрали в якості основної місії гравця, переконайтеся, що це те, що гравці захочуть довести до кінця. Можливо, вони намагаються розкрити таємниче вбивство або возз'єднати роздерті війною королівства. Захоплива місія допомагає гравцям зануритися в гру та дає стимул грати до самого кінця.[2]

Баланс (Balance) - правила та ефекти в іграх, які вирівнюють шанси гравців, використовуються для вимірювання конкуренції між гравцями. В іграх, де гравці грають проти суперників, гравці повинні відчувати, що вони можуть вплинути на результат гри. Якщо гра розроблена з певним ігровим часом або обсягом ігрового процесу, і гравці відчують себе безсилими, у них є два варіанти: терпіти ігровий процес, який не надихає, або зазнати зривів ігрового процесу через бажання гравців припинити грати. Щоб уникнути цих ситуацій, ігри можуть мати вбудовані ефекти балансування, щоб усі гравці мали більше шансів відчувати, що вони мають шанс перемогти своїх суперників до запланованого завершення змагання. [3]

Основні правила технічного геймдизайну:

1. Уніфікація формату даних:
 - Вибір формату: Використовуйте стандартизовані формати, такі як JSON, XML або YAML, для опису контенту.
 - Структура даних: Визначте чітку структуру даних з типами, обмеженнями та зв'язками між елементами.
 - Співпраця з програмістами: Узгодьте формат з програмістами для забезпечення сумісності з ігровим движком.
2. Моделювання зв'язків між об'єктами (рис. 2):
 - Один до одного: Один об'єкт відповідає одному іншому.
 - Один до багатьох: Один об'єкт може мати багато зв'язків.
 - Багато до багатьох: Множинні зв'язки між об'єктами.
 - Використання зовнішніх ключів: Для реалізації зв'язків між таблицями та об'єктами.
3. Пайплайн генерації контенту
 - Етапи розробки: розробка ідеї, створення концепту, розробка моделі, тестування та інтеграція, реліз та підтримка.
 - Інструменти: використовуйте інструменти для автоматизації процесів, такі як Google Sheets або спеціалізовані редактори.
4. Нормалізація даних
 - Уникнення надмірності: Структуруйте дані так, щоб уникнути дублювання інформації.
 - Використання нормальних форм: Дотримуйтеся нормальних форм баз даних для оптимізації структури.
5. Тестування та балансування
 - Попереднє тестування: перевіряйте економіку гри перед запуском.
 - Моніторинг після запуску: постійно відстежуйте економіку та баланс гри після релізу.
 - Аналіз контрольних точок: визначте критичні параметри, які впливають на баланс гри. [4]

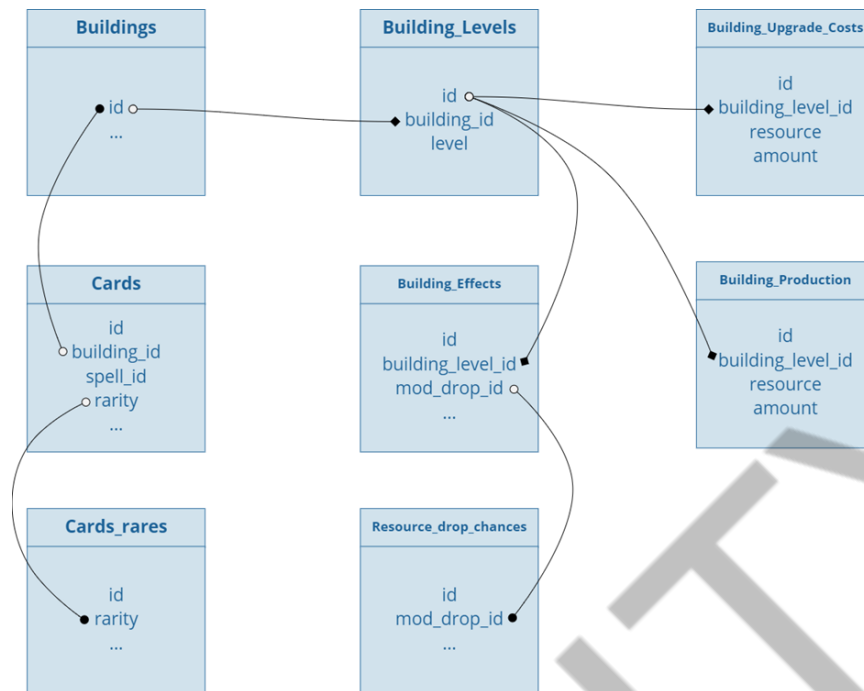


Рисунок 2. Зв'язки між списками контенту в конфігураціях будівель

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Juego Studios, "GAME DESIGN PRINCIPLES – Every Game Designer Should Know," *Juego Studio Blog*, 2025. [Online]. Available: <https://www.juegostudio.com/blog/game-design-principles-every-game-designer-should-know>. [Accessed: Sep. 06, 2025].
- [2] Evercast, "5 timeless principles of good game design," *Evercast Blog*, 2025. [Online]. Available: <https://www.evercast.us/blog/game-design-principles>. [Accessed: Sep. 06, 2025].
- [3] S. Björk, S. Lundgren, and J. Holopainen, "Patterns in Game Design," *ResearchGate*, 2003. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/236157130_Patterns_in_Game_Design. [Accessed: Sep. 08, 2025].
- [4] "Technical Game Design. Configs, balance and content in the example of PC strategy," *Habr.com*, 2023. [Online]. Available: <https://habr.com/en/articles/737534/>. [Accessed: Sep. 08, 2025].

УДК 621

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В MICROSOFT EXCEL ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВІВ

РОМАНЕНКО Я.М. (ya.romanenko.ism@gmail.com)

СТАРИК С.П. (sergeystarik@gmail.com)

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

В даній роботі представлено розроблення автоматизованого інструменту для класифікації високоентропійних сплавів (ВЕС) у середовищі Microsoft Excel. Запропонований VBA-макрос дозволяє розраховувати основні термодинамічні і структурні параметри (ентропія змішування ΔS_{mix} , деформацію кристалічної ґратки сплаву δ , вірогідність формування твердих розчинів A_{mix} та значення концентрації валентних електронів VEC_{mix}), на основі точного хімічного складу сплаву у атомних відсотках (ат.%), що значно скорочує час аналізу та зменшує ризик помилок. Автоматизація забезпечує зручність використання методу у наукових і прикладних дослідженнях.

Вступ

Науковці перебувають у постійному пошуку нових підходів щодо створення матеріалів з поліпшеною мікроструктурою, механічними властивостями, термостабільністю, стійкістю до зносу. Одним з таких перспективних напрямів є використання високоентропійних сплавів, які демонструють перспективні властивості та надають обнадійливі результати.

Термін "високоентропійний сплав" (англ. "high-entropy alloy") вперше був запропонований у 2004 році групою дослідників під керівництвом Цзєнь-Вей Є (Jien-Wei Yeh, Тайвань) [1] та Браяном Кантором (Brian Cantor, Великобританія) [2]. У своїх роботах вони описали сплави, що складаються з п'яти або більше основних елементів у приблизно рівних кількостях, де висока ентропія змішування сприяє утворенню стабільних твердих розчинів замість міжметалевих фаз. Високоентропійні сплави зазвичай мають покращені властивості у порівнянні з їх традиційними металами та сплавами [3].

Мета роботи. Розробити програму у середовищі Microsoft Excel для автоматичного визначення належності металічних сплавів до низько-, середньо- або високоентропійних сплавів на основі аналізу структурних характеристик, фазового складу, хімічної однорідності та розрахунку ключових термодинамічних параметрів.

Методика досліджень.

Суть роботи ґрунтувалася на комплексному застосуванні експериментальних методів мікроструктурного аналізу та комп'ютерного розрахунку термодинамічних параметрів. Спочатку експериментальна фаза включала дослідження структури та фазового складу зразків за допомогою скануючого електронного мікроскопу (ZEISS EVO 50 XVP), який дозволяє отримувати зображення в матеріальному контрасті, та визначення хімічного складу з використанням енергодисперсійного аналізатора рентгенівських спектрів (Ultim Max 100). На наступному етапі проводилися термодинамічні розрахунки визначення параметрів ентропійності сплавів в середовищі Microsoft Excel із застосуванням розробленого авторами макросу «HEA_ISM_25» на мові Visual Basic for Applications. Термодинамічні формули були інтегровані у програмний код HEA_ISM_25, а константи атомних мас, емпіричних атомних радіусів, та кількості валентних електронів для хімічних елементів бралися з даних Ptable.com (<https://ptable.com/>) – інтерактивна та динамічна періодична таблиця, що надає детальну інформацію про хімічні елементи, їх властивості та конфігурації (станом на 29 квітня 2025 р).

Результати.

Розроблений у середовищі Microsoft Excel програмний модуль HEA_ISM_25 здійснює автоматизований розрахунок ключових критеріальних термодинамічних і структурних параметрів, на основі точного хімічного складу сплаву в атомних відсотках (ат.%), та визначає належність металічних сплавів до низько- середньо- чи високоентропійних сплавів. До таких критеріїв належать:

- конфігураційна ентропія змішування (ΔS_{mix})
- деформація кристалічної ґратки сплаву (δ)
- ймовірність формування твердих розчинів (A_{mix})
- значення концентрації валентних електронів (VEC_{mix})

A		B	C
1	Ентропія змішування, Дж/(моль·К)	13.83	Високоентропійний сплав (ентропія змішування $\geq 12,471$ Дж/(моль·К))
2	δ , різниця атомних радіусів (деформація кристалічної решітки сплаву) %	3	Переважає формування твердого розчину заміщення ($\delta < 9\%$)
3	Δ , геометричний параметр	1.54	Впорядкований твердий розчин ($\lambda \geq 0.96$)
4	КВЕ, ел/ат	3.35	Формує кристалічну структуру ОЦК (КВЕ < 6.8 ел/ат)
Вибрати кількість хімічних елементів		Загальний висновок: Високоентропійний сплав (ентропія змішування $\geq 12,471$ Дж/(моль·К)) Переважає формування твердого розчину заміщення ($\delta < 9\%$) Впорядкований твердий розчин ($\lambda \geq 0.96$) Формує кристалічну структуру ОЦК (КВЕ < 6.8 ел/ат)	
5	Al	Запустити розрахунок HEA-параметрів	
6	Co		
7	Cr		
8	Cu		
9	Fe		
10	Ga		
11	Ge		
12	Ni		
13	Ti		
14	Zn		
15			

Рисунок 1 - Результати розрахунку HEA-параметрів сплаву Al₆-Ti₄-Cr₂₀-Fe₂₁-Co₁₅-Ni₃₄

Процес роботи з програмою полягає в наступному: спочатку необхідно послідовно вибрати хімічний елемент зі списку, вказати його атомну масову частку у відсотках у сплаві, після чого натиснути кнопку запуску розрахунку для отримання термодинамічних показників. Отримані розрахункові величини дозволяють об'єктивно класифікувати досліджуваний матеріал як низько-, середньо- або високоентропійний сплав.

Наприклад, для демонстрації можливостей системи було проведено обчислення для шестиелементного сплаву Al6-Ti4-Cr20-Fe21-Co15-Ni34 (рис. 1). Після введення вхідних даних, і запуску програми, відбувається автоматичний розрахунок з отриманням повного пакету термодинамічного аналізу сплаву. Результати показали, що шестиелементний сплав Al6-Ti4-Cr20-Fe21-Co15-Ni34 є високоентропійним (ентропія змішування $> 12,471$ Дж/(моль·К)), з високою ймовірністю формування твердого розчину заміщення ($\delta < 9\%$), має ознаки впорядкованого твердого розчину ($A_{mix} > 0,96$), а розрахункове значення концентрації валентних електронів свідчить, що даний сплав має кристалічну структуру об'ємноцентрованого куба (ОЦК) ($VEC_{mix} < 6,8$ ел/ат).

Головною перевагою даного програмного забезпечення є комплексне автоматизоване визначення приналежності багатокомпонентних сплавів до класу високоентропійних на основі їх хімічного складу. Шляхом миттєвого обчислення критичних термодинамічних параметрів, з подальшою інтерпретацією результатів, система забезпечує швидку й ефективну оцінку з наданням висновків, що значно скорочує час та усуває суб'єктивні помилки на етапі планування експериментів та спікання нових матеріалів.

За результатами цієї наукової роботи в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України була оформлена та затверджена методика HEA_ISM [4].

Висновки.

Розроблено VBA-макрос для класифікації високоентропійних сплавів (BEC) у середовищі Microsoft Excel, який дозволяє розраховувати основні термодинамічні та структурні параметри (ентропія змішування ΔS_{mix} , деформацію кристалічної ґратки сплаву δ , вірогідність формування твердих розчинів A_{mix} та значення концентрації валентних електронів VEC_{mix}) на основі точного хімічного складу сплаву в атомних відсотках (ат.%).

Автоматизація розрахунків забезпечила високу точність, оперативність та зручність класифікації сплавів.

На основі результатів роботи в Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України було розроблено та затверджено методику HEA_ISM.

Розроблений інструмент може знайти застосування як у наукових дослідженнях, так і в освітньому процесі для підготовки майбутніх матеріалознавців та інженерів.

Фінансування.

Роботу виконано за фінансової підтримки Національної академії наук України за договором №5.9/25-П(2) від 01.01.2025 р. на виконання наукового проєкту «Розроблення надтвердих композиційних матеріалів на основі кубічного нітриду бору з активуючими добавками високоентропійних сплавів для використання при обробці жароміцних сплавів та суперсплавів на основі нікелю. Розділ 2. Формування в умовах високих тисків надтвердих композитів в системах cBN-високоентропійні сплави та дослідження їх фізико-механічних та експлуатаційних властивостей».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yeh, J. W., Chen, S. K., Lin, S. J., Gan, J. Y., Chin, T. S., Shun, T. T., ... & Chang, S. Y. (2004). Nanostructured high-entropy alloys with multiple principal elements: novel alloy design concepts and outcomes. *Advanced engineering materials*, 6(5), 299-303.
2. Cantor, B., Chang, I. T., Knight, P., & Vincent, A. J. B. (2004). Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 375, 213-218.
3. Ashby, M. F., & Cebon, D. (1993). Materials selection in mechanical design. *Le Journal de Physique IV*, 3(C7), C7-1.

4. Методика визначення належності металічних сплавів до високоентропійних сплавів М26.8 України - 346:2025 / Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України; розроб.: С. Старик, Я. Романенко, Л. Тимошенко. - Київ, 2025. - 18 с. - (внутрішній документ ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України).

УДК 004.925.8:794.8:658.8

ВПЛИВ СПЕКТРУ КОЛЬОРІВ НА ПРИВАБЛИВІСТЬ ІГОР

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com),
ГАВРИЛЕНКО О.Р. (d46611957@gmail.com),
МОЛЯВЧИК В.С. (vlad2020mol@gmail.com)
Вінницький національний технічний університет

Розробники використовують множину методів привернення уваги до гри. Для зацікавлення пересічного гравця одним з таких методів є привабливе прев'ю. У роботі проаналізовано вплив спектру кольорів на привабливість гри.

Прев'ю – це зображення, що має на меті донести до користувача настрої та суть гри [1]. На привабливість прев'ю впливає цілий комплекс факторів [1-5]: кольори, контрастність, розміщення елементів зображення, шрифт написів, розмір елементів і т.д. У цій статті проаналізовано саме вплив кольорів на привабливість для користувача.

Оскільки ігри бувають для різних платформ і пристроїв – обрано платформу Steam [2]. Для аналізу використано прев'ю п'ятдесяти найпопулярніших ігор цієї платформи.

На рисунку 1 зображено діаграму, яка показує відсоткове співвідношення кольорів, що переважають у прев'ю найпопулярніших ігор.

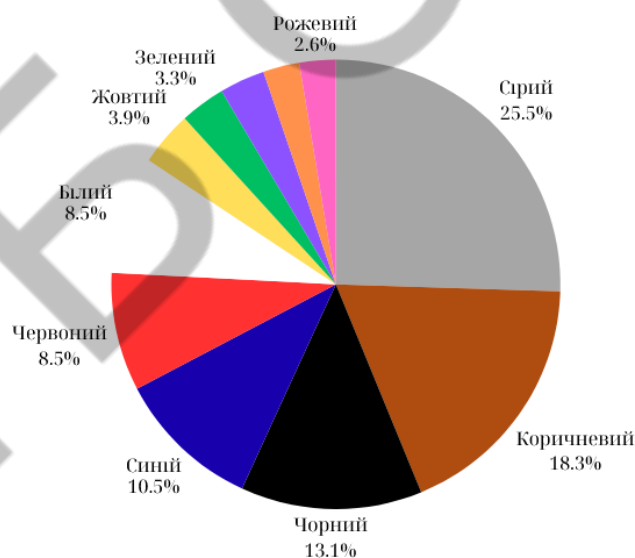


Рисунок 1 – Діаграма співвідношення кольорів прев'ю

Щоб знизити людський фактор та підвищити об'єктивність дослідження, задіяно можливості сайту TinEye [3]. У сайт завантажуються прев'ю ігор, після чого сайт виводить список кольорів, що задіяні у зображенні. Для більшої об'єктивності, бралось 3 найбільш переважаючих різних кольори у прев'ю з кожної гри. Щоби зменшити кількість кольорів у статистиці – відтінки кольорів прираховувалися до базових кольорів, визначених Брентом Берліном та Полом Кеєм [4].

Оскільки є багато факторів, окрім прев'ю, що впливають на популярність гри, відсоток

співвідношень може коливатися, однак такий аналіз уже дає змогу зробити певні висновки, щодо того, як кольори прев'ю можуть впливати на популярність, продажі та успіх гри.

Важливо, що цей аналіз стосується лише комп'ютерних ігор та ніяк не стосується консолей та мобільних пристроїв, оскільки там зовсім інший перелік ігор та власні тренди.

У результаті проведення аналізу було показано, що закономірність у кольоровій гаммі прев'ю та привабливості гри для гравця дійсно є, на що вказує помітна перевага деяких кольорів, в особливості важких [5]. Користувачі віддають перевагу, в першу чергу, більш темним кольорам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] *Визначення прев'ю* [Електронний ресурс]. Available: <https://slovotvir.org.ua/words/prev-yu>
- [2] “Розділ ‘популярне’ у Steam” [Електронний ресурс]. Available: <https://store.steampowered.com/charts/mostplayed/?l=ukrainian>
- [3] *TinEye Labs: Color – сайт для визначення переважаючих кольорів у зображенні* [Електронний ресурс]. Available: https://labs.tineye.com/color/3433fb59635d5469d1510171b1c0345d2100bd05?ignore_background=True&color_format=hex&ignore_interior_background=True
- [4] E. Berlin and P. Kay, *Basic Color Terms: Their Universality and Evolution* [Електронний ресурс]. Available: <https://archive.org/details/basiccolortermst0000berl>
- [5] “Вплив кольору на когнітивні функції людини” [Електронний ресурс]. Available: https://www.researchgate.net/publication/373921492_THE_INFLUENCE_OF_COLOR_ON_HUMAN_COGNITIVE_FUNCTIONS

УДК 004.925

ВИКОРИСТАННЯ РЕЛЬЄФНОГО ТЕКСТУРУВАННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

РОМАНЮК¹ О.Н. (rom8591@gmail.com),
ЗАХАРЧУК¹ М.Д. (mz764233@gmail.com),
НОВОСЕЛЬЦЕВ¹ О.О., КОТЛИК² С.В.

¹Вінницький національний технічний університет

²Одеський національний технологічний університет

Проаналізовано основні методи використання рельєфного текстуровання у комп'ютерних іграх, зокрема bump mapping, normal mapping, parallax mapping, relief mapping та parallax occlusion mapping. Розглянуто їхні особливості, переваги, недоліки та галузі застосування в різних жанрах ігрової індустрії.

Сучасна індустрія комп'ютерних ігор характеризується постійним зростанням вимог до якості візуалізації та рівня реалістичності тривимірних сцен. Традиційні методи збільшення деталізації шляхом нарощування полігонів є надмірно ресурсоемними і призводять до зниження продуктивності навіть на потужних графічних процесорах. У зв'язку з цим актуальним стає використання методів рельєфного текстуровання, які дозволяють створювати ілюзію складних поверхонь без істотного збільшення кількості полігонів [1].

Рельєфне текстуровання – [2] це метод комп'ютерної графіки, який дозволяє створювати ілюзію об'ємності та складної геометрії поверхонь без фактичного збільшення кількості полігонів у 3D-моделі. Суть полягає у використанні спеціальних карт (висот, нормалей, відстаней тощо), які змінюють взаємодію поверхні зі світлом і перспективою, завдяки чому плоска геометрія візуально сприймається як рельєфна [3].

Розвиток графічних процесорів, нових API (DirectX 12, Vulkan) та рушіїв (Unreal Engine, Unity, CryEngine) дав змогу активно застосовувати складні методи візуалізації без значних втрат продуктивності. Використання рельєфних карт дозволяє зменшити кількість полігонів у 3D-моделі, перекладаючи завдання створення ефекту об'єму на текстурні шейдери. Таким чином,

замість геометрично деталізованих об'єктів із сотнями тисяч полігонів можна використовувати оптимізовані моделі, доповнені картами нормалей, висот чи відстаней [4]. Це дозволяє зберегти баланс між продуктивністю та якістю зображення.

Метою роботи є аналіз основних методів рельєфного текстуровання в комп'ютерних іграх.

Основними методами рельєфного текстуровання є bump mapping, normal mapping, parallax mapping, relief mapping та parallax occlusion mapping (POM). Кожен із них має власну область застосування, рівень обчислювальної складності та візуальний ефект.

Першим із широко застосованих методів рельєфного текстуровання став bump mapping, розроблений ще у 1978 році Джеймсом Блінном. Техніка полягає у використанні карти висот (height map), де значення яскравості кожного пікселя визначає величину локальної нерівності поверхні. У процесі рендерингу змінюються лише нормалі пікселів, які впливають на відбиття світла, тоді як сама геометрія об'єкта залишається незмінною. Це створює ілюзію об'ємності, хоча об'єкт зберігає початковий полігональний силует. Основна перевага bump mapping — його простота та низьке навантаження на GPU, що зробило цей метод популярним у перших тривимірних іграх. Недоліком є відсутність реальної глибини: западини та виступи виглядають лише візуально, без взаємодії з іншими об'єктами або тінями. Сьогодні bump mapping активно застосовується у мобільних іграх, інді-проектах і стратегіях у реальному часі (RTS), де важлива продуктивність. Прикладом є серія StarCraft II, де технологія використана для деталізації споруд і поверхонь ландшафту при великій кількості одночасно відтворюваних об'єктів.

Наступним кроком стало впровадження normal mapping, яке суттєво підвищило якість візуалізації. Замість карти висот застосовується карта нормалей (normal map), що зберігає інформацію про напрямки векторів нормалі для кожного пікселя. Це дозволяє симулювати взаємодію поверхні зі світлом більш природним чином, з урахуванням динамічних змін освітлення та перспективи. Процес створення карти нормалей передбачає використання високополігональної моделі, на основі якої програмно генерується текстура з інформацією про нормалі, яка потім застосовується до low-poly версії моделі. Завдяки цьому художники отримують змогу відтворювати дрібні деталі — тріщини, шви, фактурні елементи — без збільшення полігональності. Технологія є стандартом для AAA-проектів, особливо в жанрах FPS, екшн-RPG та open world, де гравець часто взаємодіє з об'єктами на близькій відстані. Яскравим прикладом є The Witcher 3: Wild Hunt, де normal mapping використовується для деталізації одягу, обладунків, дерев'яних поверхонь і кам'яної архітектури, що створює відчуття складної геометрії при оптимальному навантаженні на систему.

З метою ще більш реалістичної передачі рельєфу було розроблено parallax mapping [5]. Метод базується на принципі зміщення текстурних координат залежно від кута огляду. Для кожного пікселя виконується вибірка з карти висот, яка визначає, наскільки змінюється положення текстури відносно точки спостереження. Це створює ефект перспективної глибини, що перевищує візуальні можливості bump чи normal mapping. Однак слід зазначити, що геометричний силует об'єкта залишається плоским, а глибина симулюється лише в межах площини текстури. Parallax mapping є більш вимогливим до ресурсів GPU, але виправданий для проектів, де велику роль відіграє деталізація оточення. Він активно застосовується у жанрах екшн-адвенчур, survival horror та RPG. Наприклад, у Assassin's Creed: Unity parallax mapping використовується для відтворення складних архітектурних фасадів, бруківки та текстур підлоги, забезпечуючи значно глибший ефект сприйняття міського середовища.

Ще більш досконалим методом є relief mapping, розроблений для подолання обмежень класичного parallax mapping. Він базується на використанні алгоритму ray marching, який виконує покрокове відстеження променів крізь карту висот для визначення точок перетину. Це дозволяє реалізувати самооклюзію, тобто ефект приховування одних ділянок поверхні іншими, а також створювати реалістичні тіні та віддзеркалення. Relief mapping дає змогу досягти набагато більшої правдоподібності у порівнянні з попередніми методами, але має суттєвий недолік — високу обчислювальну складність. У зв'язку з цим метод застосовується переважно на ПК та у VR-проектах, де акцент робиться на максимальній якості. Прикладом є серія Crysis, де relief mapping використано для моделювання кам'янистих поверхонь, берегових ліній та архітектурних елементів, забезпечуючи високу точність і реалістичність.

Найбільш прогресивним і складним методом на сьогодні є parallax occlusion mapping (POM). На відміну від звичайного parallax mapping, тут застосовується більш точний алгоритм покрокового пошуку перетину променів із картою висот, який враховує ефекти самооклюзії, тіней та навіть часткову зміну силуету. Це забезпечує максимально реалістичне відображення поверхонь із сильною варіацією висот, наприклад бруківки, ґрунтових доріг, тріщин у стінах. Однак складність алгоритму обмежує його застосування до найбільш важливих об'єктів сцени, які гравець розглядає з близької відстані. POM знаходить широке застосування у симуляторах, VR-додатках і високореалістичних шутерах. У Battlefield V метод використовувався для відображення землі, піску та міських поверхонь, дозволяючи досягти максимальної достовірності навіть при прямому візуальному контакті.

Сучасна практика застосування рельєфного текстуровання передбачає комбінацію різних методів залежно від відстані та важливості об'єктів [6]. Для переднього плану, який гравець розглядає детально, використовуються ресурсоемні алгоритми, такі як POM або relief mapping. Для середнього плану, де баланс продуктивності та якості має вирішальне значення, доцільним є використання normal mapping. Для дальніх об'єктів, які не потребують високої деталізації, достатньо bump mapping. Така ієрархічна система дозволяє оптимізувати навантаження на GPU та водночас досягти високої реалістичності сцени.

Таким чином, розвиток методів рельєфного текстуровання демонструє поступову еволюцію від простих, але швидких алгоритмів до складних і ресурсоемних рішень, здатних створювати майже фотореалістичні поверхні. Кожен метод має власну область застосування, обумовлену жанровими особливостями ігор, апаратними можливостями платформи та вимогами до продуктивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Романюк О. Н., Дудник О. О., «Анізотропна фільтрація текстур з використанням методів кешування», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 6, с. 59–64, 2016.
- [2] Романюк О. Н., Новосельцев О. О., Романюк С. О., «Особливості текстуровання високої деталізації», *Креативний простір*, № 23, с. 53–55, Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2025.
- [3] Романюк О. Н., Дудник О. О., «Використання модифікованої MIP-піраміди для підвищення продуктивності PARALLAX MAPPING», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, № 1, с. 112–116, 2018.
- [4] Романюк О. Н., Майданюк В. П., Новосельцев О. О., «Реалізація рельєфного текстуровання на графічних процесорах», в *Тези доповідей XXXIII Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025 «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»*, м. Харків, 14–17 травня 2025 р., Харків: НТУ «ХПІ», с. 1575.
- [5] Романюк О. Н., Станіславенко Є. Г., Новосельцев О. О., Захарчук М. Д., «Використання parallax mapping для формування зображень», в *Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2024»*, м. Одеса, 31 жовтня – 1 листопада 2024 р., Одеса: Видавництво ОНТУ, 2024, с. 843–846.
- [6] Романюк О. Н., Захарчук М. Д., «Метод процедурного текстуровання», в *Інноваційні дослідження та перспективи розвитку науки і техніки у XXI столітті*, м. Рівне, 19 жовтня 2023 р., Ч. 3, с. 175–178, Рівне: Редакційно-видавничий центр ПВНЗ «МЕГУ імені академіка Степана Дем'янчука», 2023.

ГОЛОСОВІ ІНТЕРФЕЙСИ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ

РОМАНЮК О.Н. (rom8591@gmail.com),

РОМАНЮК О.В., БАБІЙ Б.В., МАЙДАНЮК В.П., Снігур А.В.

¹Вінницький національний технічний університет

Проаналізовано роль голосових інтерфейсів у сучасних комп'ютерних іграх, що стають дедалі інтерактивнішими та інклюзивнішими. Описано технічні аспекти розпізнавання мовлення, синтезу голосу та інтеграції зі штучним інтелектом. Особливу увагу приділено можливостям голосового керування персонажами, діалоговим системам та імерсивному ігровому досвіду. Визначено переваги голосових технологій для користувачів з особливими потребами. Окреслено перспективи розвитку голосових механік у поєднанні з нейронними моделями.

У комп'ютерних іграх голосові інтерфейси набувають дедалі більшого значення. Завдяки розвитку технологій розпізнавання та синтезу мовлення, з'являється можливість нових способів взаємодії з віртуальними світами. Голосові інтерфейси дозволяють гравцеві не лише віддавати команди, а й вести повноцінний діалог з персонажами, здійснювати пошук інформації, а також управляти ігровими процесами без використання клавіатури або миші [1].

Історично голосові інтерфейси почали з'являтися в іграх ще у 90-х роках, однак лише з розвитком нейронних мереж і штучного інтелекту вони досягли рівня, придатного для масового впровадження. Наприклад, сучасні системи на кшталт Google Speech-to-Text або Microsoft Azure Speech Services забезпечують високу точність розпізнавання навіть у шумному середовищі [2]. У контексті ігор це дозволяє створювати більш імерсивні середовища, де гравець може взаємодіяти з оточенням за допомогою голосу, не порушуючи плавності геймплею.

Однією з основних форм застосування голосових інтерфейсів у грі є керування діями персонажа. У деяких VR-іграх, як-от *The Walking Dead: Saints & Sinners*, гравець може вигукувати команди, що впливають на поведінку NPC або ворогів. У командних мережевих іграх голосові команди використовуються для швидкої комунікації, але з розвитком технологій вони можуть безпосередньо впливати на тактичні рішення та виконання дій у грі [3]. Замість звичних меню гравець може просто сказати: “перезарядити”, “відкрити мапу” або “застосуй аптечку”, і гра відреагує миттєво.

Особливий інтерес викликають діалогові системи, засновані на великих мовних моделях. Інтеграція моделей типу GPT або Gemini дозволяє створювати NPC, які спілкуються з гравцем природною мовою, запам'ятовують контекст попередніх розмов і реагують емоційно. Це відкриває шлях до створення квестів із відкритим діалогом, де користувач не обмежується вибором із заздалегідь заданих фраз. Наприклад, експериментальні моди до гри *Skyrim* уже демонструють використання GPT для розмов із персонажами світу гри [4].

Крім ігрових переваг, голосові інтерфейси мають значний соціальний потенціал. Вони роблять ігри доступнішими для людей з обмеженими фізичними можливостями, які не можуть ефективно користуватися традиційними засобами керування. Відомі приклади включають адаптивні інтерфейси для гравців із моторними порушеннями, де голос виступає єдиним способом взаємодії [5]. Це сприяє інклюзії, зменшенню цифрового розриву та розвитку спеціалізованих ігор для реабілітації.

Втім, існують і значні недоліки. Голосове розпізнавання залежить від мови, акценту, темпу мовлення, а також від акустичних характеристик приміщення. У багатокористувацьких іграх постає проблема фонових шумів, що можуть заважати точному розпізнаванню команд. Іншою складністю є приватність: запис і передача голосу можуть викликати занепокоєння серед гравців, особливо у випадку збору біометричних даних [6]. Ці проблеми потребують вирішення на рівні етичних норм, стандартів безпеки та прозорості політики розробників.

Перспективним напрямом є створення гібридних голосово-текстових інтерфейсів. Вони поєднують зручність голосових команд із надійністю текстового дублювання. Наприклад, після голосової команди гравець може побачити підтвердження дії на екрані: “Команда: Змінити зброю

– прийнята”. Це не лише підвищує точність, а й дозволяє перевірити інтерпретацію команди, що особливо важливо в іграх із високим темпом [7].

У жанрі рольових ігор можливе глибоке розширення ігрової системи за допомогою інтерактивних голосових діалогів. Персонажі можуть мати різні “особистості” на базі налаштовуваних моделей. Крім того, розробники можуть створювати динамічні наративи, які реагують на інтонації або емоції в голосі користувача. У майбутньому це може призвести до появи ігор, де сюжет розвивається не лише залежно від дій, а й від характеру мовлення, тону чи емоційного стану гравця.

Успішними прикладами застосування голосових інтерфейсів є *Tom Clancy's EndWar*, де керування військами відбувається голосом, а також *Mass Effect 3*, де у версії з Kinect голосові команди застосовуються до команди супутників. У VR-іграх, таких як *Star Trek: Bridge Crew*, голосове управління стало одним з основних способів взаємодії з екіпажем [8]. Інди-розробники також все активніше впроваджують ці функції завдяки доступу до хмарних API для мовлення.

У контексті кіберспорту голосові інтерфейси поки обмежено використовуються через вимоги до точності та швидкості. Проте експерименти з командними стратегіями на основі голосових наказів показують потенціал створення “розумних помічників” у реальному часі, які можуть аналізувати ситуацію, пропонувати тактичні рішення або управляти дронами чи роботизованими одиницями. Такі функції можуть радикально змінити роль коментаторів, капітанів або навіть спостерігачів у майбутньому кіберспорті.

Таким чином, голосові інтерфейси в комп'ютерних іграх є важливим напрямом розвитку ігрової індустрії. Вони поєднують технічні досягнення у сфері штучного інтелекту, інтерфейсного дизайну та мовних технологій. Водночас вони висувають нові вимоги до безпеки, етики та локалізації. За умови подолання технічних та організаційних бар'єрів, голосові інтерфейси мають потенціал стати стандартом у багатьох жанрах, підвищуючи рівень занурення, доступності та емоційної залученості гравців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] S. Cassani, L. Esteller and D. Valderrama, “Recent Advances in Non-Invasive Brain–Computer Interfaces for Gaming Applications,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 40258–40275, 2022.
- [2] L. George, B. Carter and R. A. Calvo, “Emotion-Driven Adaptive Games Using EEG: A Systematic Review,” *IEEE Trans. on Affective Computing*, vol. 14, no. 1, pp. 98–116, Jan.–Mar. 2023.
- [3] H. Jafari, A. Etemad, “Toward Real-Time Adaptive Gaming Using Consumer-Grade EEG: Current Trends and Future Directions,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 157830–157842, 2021.
- [4] A. Koelstra, C. Muhl, M. Soleymani et al., “Deep Learning and Neuroadaptive Technology for Affective Gaming,” in *Proc. of the 10th Int. Conf. on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, Cambridge, 2023, pp. 75–82.
- [5] Emotiv Systems Inc., “EPOC X Technical Specifications and Developer Resources,” *Emotiv Developer Portal*, 2024. [Online]. Available: <https://www.emotiv.com/epoc-x/>
- [6] D. Meng, Z. Yang and S. Zhang, “EEG-based Cognitive Load Detection and Adaptive Gameplay in Virtual Reality Environments,” *IEEE Trans. on Games*, vol. 16, no. 2, pp. 127–137, Jun. 2024.
- [7] S. Alsuradi, H. Hagaras and A. Al-Khalifa, “Brain-Controlled Gaming Interfaces: Taxonomy, Challenges, and Opportunities,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 82291–82310, 2023.
- [8] OpenBCI, “Galea Platform Overview and Integration Guide,” *OpenBCI Official Documentation*, 2023. [Online]. Available: <https://docs.openbci.com/galea/>
- [9] R. Singh, J. Patel and M. Upadhyay, “Passive BCI for Real-Time Game Adaptation: A Deep Learning Approach,” in *Proc. of the IEEE Conf. on Games (CoG)*, Osaka, 2022, pp. 402–409.
- [10] M. Sahni and A. Sharma, “Gamification and Neurotechnology: New Paradigms of Brain-Driven Interactions,” *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 18, no. 54, pp. 1–11, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.00054>

РОЗВИТОК ІГРОВОГО ДИЗАЙНУ: ВІД КЛАСИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДО МОБІЛЬНИХ ТА ІНТЕРАКТИВНИХ ФОРМАТІВ

СНІГУР Т.С., ЖУК Є.М. (snigurochka.t@gmail.com, zhukliza2001@gmail.com)

Одеський національний технологічний університет

У тезах висвітлено розвиток ігрового дизайну від класичних моделей до мобільних та інтерактивних форматів, зокрема вплив смартфонів і нових бізнес-моделей на індустрію. Розглянуто сучасні тенденції – персоналізацію, соціалізацію, мультимедійність та використання ігор у культурних і освітніх практиках. Зроблено висновок, що геймдизайн стає універсальним інструментом комунікації й взаємодії людини з цифровим середовищем.

Ігрова індустрія сьогодні це не тільки доступна розвага для молоді або хобі для геймерів. Це цілий сегмент культури та економіки, що задіяний у механізм нашої комунікації, освіти й навіть формування соціальних цінностей. Ігровий дизайн, який ще декілька десятиліть тому приймався як технічна робота зі спецефектами й графікою, сьогодні є багатогранною дисципліною. У ній поєднуються геймплей, історії, художній стиль, звук, інтерфейси й мультимедійні ефекти.

Особливий поштовх цій еволюції дали мобільні пристрої. Саме смартфони зробили ігри доступними для всіх, а не лише для тих, хто мав комп'ютер чи консоль. Вони відкрили нову модель взаємодії: швидка і проста гра в транспорті чи на перерві, але водночас і складні світи, які можна досліджувати годинами. Це і є головний виклик сучасного дизайну — знайти баланс між глибиною та зручністю, між мистецтвом і бізнесом.

Дана тема є актуальна, оскільки ігри поступово перетворюються на нову форму комунікації: вони здатні навчати, об'єднувати, формувати цінності, а іноді й слугувати інструментом культурного діалогу[1].

На початкових етапах геймдизайн тісно залежав від технічних можливостей пристроїв. Головними завданнями було створити захопливий геймплей у межах обмежених ресурсів. У центрі уваги опинялися:

- баланс складності (ігри як «виклик» для гравця);
- поступове ускладнення рівнів;
- графіка та звук, які відповідали можливостям «заліза»;
- наратив, що з часом ставав дедалі важливішим.

Цей етап дав розуміння того, що гра — це не лише технічний продукт, а й медіа, яке передає емоції та сенс.

Поява iPhone і App Store у 2007 році стала «точкою відправлення» для геймдизайну. Смартфони не просто додали нову платформу — вони повністю змінили логіку створення ігор. З'явилися сенсорні технології: мультитач, гіроскоп, акселерометр. Вони відкрили можливості для зовсім іншого управління.

Гравці отримали шанс грати короткими сесіями, а це призвело до вибуху жанрів *casual* та *hyper-casual*. Модель *free-to-play* та мікротранзакції зламали старі бізнес-підходи й фактично створили нову економіку в ігровій сфері. Аудиторія зросла в рази: від школярів до дорослих, які раніше не вважали себе геймерами.

Мобільні ігри стали не тільки розвагою, а й інструментом освіти, маркетингу та навіть соціальної активності.

Сьогоднішній геймдизайн відзначається кількома важливими напрямками:

- персоналізація: ігри підлаштовуються під стиль і рівень гравця, використовуючи штучний інтелект;
- соціальність: внутрішньоігрові спільноти й багатокористувацькі формати стали невіддільною частиною досвіду;
- мультимедійність: звук, візуальні ефекти, вібрації чи AR-елементи створюють «повне занурення»;
- хмарний геймінг: телефон перетворюється на «портал» до ігор рівня консолей;

– освітні й культурні проекти: дедалі частіше ігри використовуються для вивчення історії чи популяризації культурної спадщини.

Таким чином, сучасний дизайн перестає бути лише «розробкою гри» й перетворюється на інтердисциплінарну практику, що поєднує мистецтво, психологію та технології [2].

Подальший розвиток напряму пов'язаний із такими тенденціями:

- розвиток AR і VR, що змінює моделі взаємодії з простором і контентом;
- поява сенсорних інновацій (LiDAR, біометрія, емоційний аналіз), які відкривають нові можливості для персоналізації;
- використання машинного навчання для генерації контенту (автоматичне створення рівнів чи персонажів);
- поступове злиття мобільних і традиційних платформ у єдину екосистему.

Можна очікувати, що ігри майбутнього стануть не просто розвагою, а й засобом навчання, соціалізації та креативного самовираження.

Історія розвитку ігрового дизайну показує шлях від простих технічних експериментів до складних культурних практик. Якщо раніше мобільні ігри сприймалися як «спрощені копії» консольних чи комп'ютерних, то сьогодні вони формують власну методологію та впливають на всю індустрію.

Геймдизайн сьогодні – це не лише технології. Це нова мова комунікації, яка поєднує мистецтво, бізнес і соціальний вимір. Він здатен формувати нові цінності, створювати простори для діалогу, об'єднувати людей у віртуальних спільнотах.

У майбутньому ігровий дизайн дедалі більше розглядатиметься як універсальний інструмент взаємодії людини з цифровим світом: від розваг до освіти, від культури до комунікацій. Це робить його одним із ключових напрямів розвитку сучасного мультимедіа та цифрової культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cormio L. Exploring game design approaches through conversations with designers / L. Cormio, C. Giaconi, M. Mengoni, T. Santilli // Design Studies. – 2024. – Vol. 91-92.
2. Freese M. The funnel of game design – an adaptive game design approach for complex systems / M. Freese, H. Lukosch // Simulation and Gaming. – 2024. – Vol. 55. – No. 2. – pp. 323-341.
3. Lankes M. AI-powered game design: experts employing ChatGPT in the game design process / M. Lankes, A. Stockl // The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics. – 2023. – Vol. 24. – pp. 1-9.

УДК 37.091.3:004.9:7.05

ІНТЕГРАЦІЯ ОСНОВ UI/UX ДИЗАЙНУ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

ФРАНЧУК Р.В. (20fi.r.v.franchuk@std.udu.edu.ua)

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

У статті розглядається мотивація та обґрунтування інтеграції основ UI/UX (User Interface / User Experience) дизайну в освітній процес. Проведено критичний огляд сучасних підходів до навчання UI/UX, виявлено прогалини (теоретико-методологічні й практичні), запропоновано навчальну модель інтеграції (модульна структура та методи оцінювання) і сформульовано рекомендації для вчителів.

Ключові слова: UI/UX дизайн, дизайн для навчання, інтеграція в освітній процес, педагогіка дизайну, навчальні програми.

Вступ. Цифрові навчальні ресурси та платформи стають центральними для організації навчання; їх ефективність значною мірою залежить від рівня UX (доступність, зрозумілість, мотивація), отже знання UI/UX – не лише для дизайнерів, а й для педагогів і розробників освітніх продуктів [10]. Інтеграція UI/UX у навчальні програми допомагає здобувачам освіти формувати

«дизайнерську» компетентність: розуміння користувача, методи дослідження, прототипування й тестування, що є корисним як для ІТ-спеціальностей, так і для педагогічних професій. Теоретичний аналіз існуючих рекомендацій щодо UI/UX дизайну, що застосовуються під час створення освітніх систем, а також дослідницьких робіт, що вивчають зручність використання користувацького інтерфейсу (UI) та оцінюють користувацький досвід (UX) під час проєктування онлайн-платформ досить гарно описали вітчизняні дослідники [12].

Процес формування практичних компетентностей з базових UI/UX-принципів в учнів закладів загальної середньої освіти під час вивчення інформатики виступає об'єктом дослідження. Предметом дослідження є методичні прийоми, програмні засоби та навчальні моделі, застосування яких впливає на рівень освоєння учнями основ UI/UX (прототипування, тестування, гіпотези користувача, доступність).

Основний матеріал. Дослідження показують переваги експериментального та проєктного навчання у навчанні UI/UX: здобувачі освіти набувають компетентностей через практичні проєкти і роботу з реальними користувачами. Проте в академічних програмах часто бракує міждисциплінарності (поєднання технічних, соціальних і педагогічних аспектів). Є дослідження, сфокусовані конкретно на дизайні інтерфейсів освітніх платформ, які підкреслюють зв'язок між елементами інтерфейсу й навчальними результатами. Проте багато робіт – теоретичного характеру або вузько предметних (локальні кейси) [12]. У дослідженні [11] автори шукають шляхи подолання розриву між теорією та практикою за допомогою підходу UX-дизайну в інклюзивній педагогічній освіті. Тому використання UX-дизайну було впроваджено в курсі для студентів-вчителів з інклюзивної освіти. Це дослідження показало позитивні результати та виявило потенціал методів UX-дизайну в інклюзивній педагогічній освіті, який слід досліджувати.

У закладах загальної середньої освіти на вивчення UI/UX дизайну відводиться дуже мало годин. І для більш детального вивчення створюються гуртки, де учні вчаться створювати шкільні проєкти (власний сайт класу, шкільні інформаційні панелі), розробляють прототипи програмних засобів для розв'язування реальних проблем (наприклад, розклад уроків). Також здійснюється використання UI/UX як інструмента інтеграції між STEM-дисциплінами (інформатика, математика, технології, мистецтво).

Для навчання UI/UX дизайну у закладах загальної середньої освіти можна скористатися безоплатними чи освітніми ліцензіями. На сайті [7] здійснено добірку найкращих інструментів на 2025 рік. Добирати програмні засоби з простим інтерфейсом та вебдоступністю (робота на шкільних ПК), щоб вони підтримували мультиплатформеність, можливість спільної роботи в реальному часі та безпечність для неповнолітніх. Дано характеристику кільком з них. До таких програм належать Figma (вебверсія), Adobe XD, Balsamiq та Canva (див. табл. 1).

Таблиця 1. Програмні засоби та їх характеристики

Назва	Характеристика	Переваги
Figma (вебверсія) [9]	Найкращий баланс: інтерактивне прототипування, FigJam для мозкового штурму, спільна робота в реальному часі; Figma має окремі освітні плани для шкіл/студентів. Потрібно реєструватися через пошту.	Безоплатно для освіти, швидкий старт, багато ресурсів для вчителя.
Adobe XD [5]	Потужні можливості прототипування.	Для шкіл можливі академічні ліцензії. (альтернатива для шкіл із вже наявним Adobe-пакетом).
Balsamiq [6]	Простий інструмент для швидких wireframes (low-fi)	Добре для початкових уроків (швидкі ескізи інтерфейсу).
Canva [8]	Безоплатна платформа для графічного дизайну (створення презентацій, постерів та ін.).	Для шкіл можливі академічні ліцензії.

Починати потрібно з ознайомлення учнів із принципами зручності, правил розташування елементів та кольорової гармонії. Використовувати групові вправи з редизайну знайомих інтерфейсів (наприклад, шкільного сайту). Давати завдання на створення простих макетів мобільних застосунків або сайтів для шкільних ініціатив. Для оцінювання найкраще підійде взаємооцінювання прототипів за критеріями зручності та доступності.

Висновки. Інтеграція основ UI/UX дизайну у шкільну освіту сприятиме розвитку цифрової культури, системного мислення та креативності учнів. Це дозволить підготувати їх до активної участі у цифровому суспільстві та створюватиме підґрунтя для вибору майбутньої професії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

5. Почати роботу з Adobe XD. URL: <https://helpx.adobe.com/ua/xd/get-started.html>
6. Balsamiq: Fast, focused wireframing tools. URL: <https://balsamiq.com/>
7. Best UX Design Tools For 2025: Top 12 User Experience Software & Apps. URL: <https://slickplan.com/blog/best-ux-design-tools>
8. Canva. URL: <https://www.canva.com>
9. Figma for K-12 educators. URL: <https://www.figma.com/education/k-12/>
10. Kang J, Roestel NME and Girouard A (2022) Experiential Learning to Teach User Experience in Higher Education in Past 20 Years: A Scoping Review. Front. Comput. Sci. 4:812907, doi: 10.3389/fcomp.2022.812907.
11. Oldenburg I.; Hillenbrand C.. 2024. Using UX Design in inclusive teacher education in higher education to bridge the research-to-practice gap. In: 10th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'24). Valencia, 18-21 June 2024. <https://doi.org/10.4995/HEAd24.2024.17175>
12. Vlasenko, Kateryna V., et al. "UI/UX/Design/of/Educational/on-Line/Courses". CTE Workshop Proceedings, vol. 9, Mar. 2022, pp. 184-99, <https://doi.org/10.55056/cte.114>.
УДК 795.02/.08:392](048)

КАГУРА, БУНРАКУ ТА ЯПОНСЬКА МІФОЛОГІЯ ЯК ОСНОВА ВІДЕОГРИ «KUNITSU-GAMI: PATH OF THE GODDESS»

ХАЙЛО А. С. (iwerwolfai@gmail.com)

Київський національний університет ім. Т. Шевченка

У роботі розглянуто особливості японського танцю кагура та проведено дослідження геймплейних та стильових особливостей гри «Kunitsu-Gami: Path of the Goddess». Здійснено короткий аналіз впливу традиційної культури та мистецтв Японії на гру, в основу якої вони лягли.

Розробники відеоігор черпають натхнення з різних джерел – реальності, історичних подій та пам'яток, творів літератури, фольклору та народної культури різних країн. Однією з таких ігор є «Kunitsu-Gami: Path of the Goddess».

Метою нашої роботи є дослідити особливості та стиль названої відеогри. Задля досягнення зазначеної мети, в своєму дослідженні ми також розглянемо основні характеристики японського традиційного танцю кагура, японського театру бунраку, а також деякі явища шінтоїзму та японської міфології.

«Kunitsu-Gami: Path of the Goddess» – відеогра 2024 року, розроблена та видана Capcom. Жанр гри – своєрідний гібрид бойовика (action) та стратегії в реальному часі (RTS). Гра була випущена для PlayStation 4, PlayStation 5, Windows, Xbox One та Xbox Series X/S 19 липня 2024 року та на Nintendo Switch 2 5 червня 2025 року як стартова гра для консолі.

Гравець бере під контроль воїна на ім'я Со, якому доручено захищати божественну діву на Йошіро, яка повинна очистити села від скверни та повернути мир горі Кафуку, на якій відбуваються події гри: саме на горі розташовано кілька сіл, які, згідно з сюжетом гри, колись

купалися в достатку, але людям цього було недостатньо. Вони впали в розпусту та прагнули ще більшого багатства та задоволень, а сила їхньої розбещеності зіпсувала землю та відчинила двері в підземний світ. Жахливі монстри, яких називають сіти («seethe»), пройшли через межу вимірів, поглинаючи та знищуючи все на своєму шляху. Божественна діва Йошіро та її охоронець Со прибувають на гору, щоб звільнити людей, очистити землю та назавжди вигнати сітів.

Жанр гри поєднує в собі одразу декілька різних, зокрема бойовика від третьої особи та стратегії в реальному часі, а також ігор на кшталт «захисту вежі» (Tower Defense). Ігровий процес поділено на дві різні частини: денний час – підготовча фаза, під час якої Со повинен досліджувати село та рятувати жителів, а також встановлювати різні пастки; нічний час – злі духи, сіти, вторгаються в село через торії (великі червоні ворота перед шінтоїстськими храмами, які, за уявленнями, розмежовують світ богів (або потойбіччя) та світ людей), де гравець повинен об'єднатися з врятованими жителями, щоб захищати Йошіро від ворожих атак до сходу сонця.

Елементи стратегії полягають у тому, що гравці можуть стратегічно розміщувати жителів села на тактичних позиціях та призначати їм різні ролі. Наприклад, лісоруб – потужний атакуючий боєць ближнього бою, тоді як лучник може надавати підтримку на відстані. Гравці також можуть додатково екіпірувати Со та жителів села однією з дванадцяти масок, які також надають їм божественні сили. Позицію та ролі жителів села також можна змінювати під час бою. Якщо Со отримає серйозні поранення в грі, він перейде в «режим духа», що дозволить йому продовжувати віддавати команди іншим жителям села, перебуваючи поза тілом.

Світ гри – абсолютно вигадані, проте натхненні японською міфологією, фольклором та культурою, й також можна припустити, що навіть гора Кафуку є відсилкою до гори Фуджі, яка відіграє в культурі Японії велику роль. Схожий сеттинг – «альтернативна Японія» або «казкова Японія», – гравці вже бачили й в іншій оригінальній грі, яку випускали Capcom, а самі «Okami» (2007). Так, за словами ігрового директора Шюїчі Кавати: «Багато натхнення прийшло [до нас] з японської міфології та фольклору, і саме на них значною мірою базується «Kunitsu-Gami». Гра також ґрунтується на японському мистецтві укійо-е, традиційних художніх стилях» [1].

Сіти, в свою чергу, прямо натхненні йокаями, японськими міфологічними істотами. Проте якщо в тій же згаданій вище «Okami» йокаїв намагалися зобразити найближче до їхніх міфічних прототипів, то в цій грі розробники часом вдавалися також до певних переосмислень: «Японською мовою ми називаємо їх мононоке. І з цих традиційних мононоке я створював особисті дизайни та кастомізації, і перетворював їх на більш новий сучасний стиль мистецтва» [1].

Та головною особливістю гри, культурним явищем, яке лягло в саму її основу, є кагура – збірка танців та музики, що спочатку виникли як ритуали, що виконувалися жерцями перед святилищами або при імператорському дворі, присвячених місцевим божествам. Кагура виконувалася, щоб подякувати за щедрі врожаї під час щорічних осінніх свят. Однак, після Реставрації Мейдзі в середині 1800-х років, кагура була передана місцевим жителям, і вистави стали традиційним народним мистецтвом. За своєю суттю, кагура є символічним відтворенням танцю умилювання, який у стародавньому міфі виманив богиню сонця Аматерасу з печери. Хоча на танець кагура вплинули пізніші, більш складні танцювальні форми, проте його досі виконують майже так само, як і 1500 років тому, під релігійні співи у супроводі барабанів, латунних гонгів та флейт [2].

Кагура також можна назвати навіть формою танцювального театру (буквально означає «розважання богів» [3]). А танці – не просто набір рухів, а цілі історії, які здебільшого базуються на оповіданнях з «Коджікі», давньої японської збірки міфів, легенд та напівісторичних оповідей, які часто включають битви між богами та демонами. А ті, хто виконують танець – носять маски (дерев'яні або паперові з ваші) та яскраві костюми (часто були зі справжньою вишивкою срібними та золотими нитками). У виставах фігурує багато різних персонажів, але найпоширенішими є боги та демони. Боги зазвичай носять хей (шінтоїстський посох з паперовими стрічками), меч або лук зі стрілами. Демони зазвичай носять онібо, або палицю демона. Вирази обличчя на кожній масці також дають важливі підказки: наприклад, маски богів мають закриті роти, тоді як маски демонів мають роззявлені роти [3]. Персонажі в грі так само мають доволі комплексні та яскраві дизайни, а в бою гравець може використовувати 12 масок, кожна з яких дає персонажам ту чи іншу надприродну силу.

Сюжети ж вистав часто пов'язані зі сутичками між богами та демонами – згідно з віруваннями, вважалося, що демони спричиняють посухи та повені, і що за допомогою молитви боги можуть перемогти цих демонів, забезпечуючи хороший урожай та запобігаючи стихійним лихам. Бої з демонами в грі зображені не просто як рухи зброєю, а саме як танцювальні рухи, а Йоширо, яка є жрицею, своїм танцем має очистити гору від скверни та демонів, які, власне, призвели до її занепаду. До відтворенню танцю кагура в грі розробники підійшли дуже серйозно: танцювальні рухи були додані до гри за допомогою технології захоплення руху (motion capture), при чому до уваги брали не лише рухи тіла. В одній зі статей про гру авторка описує, що відео, яке відтворювалося на задньому плані, коли вона беру інтерв'ю у розробників, «не є оглядом вражаючих босів гри, як це часто роблять на подібних заходах, а радше розкриває рівень майстерності. Ми бачимо кравців, які шийють одяг, щоб забезпечити вільний рух відрендерених костюмів у грі, художників-постановників, які записують гойдання гілок дерев і кроки в болотистій місцевості, й рівні, що будуються вручну у формі лялькових будиночків, доповнені приклеєними клаптиками моху, перш ніж розробники побудують їх у 3D-мережах» [4].

Схожий скрупульозний підхід розробники проявили й до шінтоїзму, з молитвами після кожного боса та ретельною підготовкою ритуалів і обрядів, включаючи вивчення ем (дерев'яних молитовних амулетів) перед підготовкою церемоніального одягу. За словами розробників, «багато людей з-за кордону подорожують до Японії та відвідують храми, і коли вони відвідують їх, вони бачать ці еми. Якщо люди знайомі з концепцією еми, вони зможуть розпізнати, що навіть у грі ви відчуваєте японську культуру та узгоджуєте її зі своїм досвідом. І навіть ті, хто не знає або не знайомий з емами, зможуть зрозуміти, чого очікувати, якщо відвідають японський храм. Тому ми хочемо мати змогу проілюструвати нашу японську культуру лише за допомогою візуальних елементів та перенести це в гру, щоб, коли користувачі грають, вони бачили, як практикується японська культура» [4].

Як було зазначено, гра черпає натхнення з кількох японських традицій, і зв'язок гри з культурою поширюється навіть поза простір відеоігор: Сарсом співпрацювали з практиками одного з найстаріших традиційних виконавських мистецтв Японії, Ningyo Joruri Bunraku (відомого просто як Бунраку) – комплексної форми мистецтва, що поєднує тайю (оповідь), шямісен (триструнний японський музичний інструмент) та лялькарство (ляльковий театр). І разом з релізом «з релізом «Kunitsu-Gami: Path of the Goddess» також вийшло спеціальне відео лялькової вистави під назвою «Ceremony of the Deity: The Maiden's Destiny» за участю майстра-лялькаря Канджуро Кірітаке Третього. Ролик було випущено як приквел, щоб запросити гравців у світ відеогри. Розробники надали цій колаборації важливого значення, адже саме вистави бунраку також прямо повпливали на концепт гри, про що розказав сценарист відео Тайроку Нозое (який також працює в Сарсом і працював над грою), коли його запитали про причини такої співпраці: «Якщо повернутися до самого початку, то, можливо, це коли Кавата, який розробляв концепцію Kunitsu-Gami: Path of the Goddess», поділився зі мною своєю пристрастю до бунраку. Кавата – палкий шанувальник бунраку, і його ентузіазм спонукав нас разом відвідати виставу. Вистава нас обох глибоко зворушила, і вона допомогла нам усвідомити, що такий захопливий вид мистецтва існує, переконливо витримуючи випробування часом. Це надихнуло нас звернутися до Національного театру бунраку» [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] A. Hopley, «Kunitsu-Gami: Path of the Goddess takes heavy inspiration from Japanese folklore and myths.» *Gamereactor*, 2024. [Online]. Available: <https://www.gamereactor.eu/kunitsu-gami-path-of-the-goddess-takes-heavy-inspiration-from-japanese-folklore-and-myths-1402293/> Accessed on: 14.09.2025.
- [2] J. R. Brandon, «Japanese performing arts.» *Encyclopedia Britannica*, 2022. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/art/Japanese-performing-arts> Accessed on: 15.09.2025.
- [3] «Iwami Kagura – Dancing for the Gods.» Japan House London. <https://www.japanhouselondon.uk/read-and-watch/iwami-kagura-dancing-for-the-gods/> Accessed on: 15.09.2025.
- [4] S. Henley, «How Kunitsu-Gami Used Dioramas And Dance To Capture Japanese Culture.» *TheGamer*, 2024. [Online]. Available: <https://www.thegamer.com/kunitsu-gami-summer-game-fest-interview/> Accessed on: 14.09.2025.

[5] S. Yamaguchi. «Kunitsu-Gami: Path of the Goddess: How Capcom Created a Prequel Story Through Traditional Japanese Puppeteering.» Xbox Wire, 2024. [Online]. Available: <https://news.xbox.com/en-us/2024/07/18/kunitsu-gami-path-of-the-goddess-prequel-puppets/> Accessed on: 14.09.2025.

УДК 004.42:004.94

ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ ІГРОВОГО КОНТЕНТУ

ЧУБАР М. В., ШТЕФАН Н. З. (sh Stefan.n.z@op.edu.ua),
Національний університет «Одеська політехніка»

У роботі досліджено підходи до процедурної генерації ігрового контенту на прикладі розробки прототипу 2D-платформера в середовищі Unity. Особливу увагу приділено алгоритмам поділу простору (BSP), пошуку шляху (DFS/Backtracking) та методу випадкових розподілів Пуассона, які були обрані через їхню ефективність у формуванні кімнат, зв'язків між ними та природного розташування об'єктів. Розроблена система забезпечує створення унікальних рівнів із контролем логічності та прохідності, а використання seed-значень дозволяє поєднувати випадковість і відтворюваність результатів. У прототипі реалізовано базовий функціонал взаємодії: інвентар, збір предметів і проходження кімнат. Проведене тестування підтвердило коректність роботи алгоритмів, а також показало, що такий підхід підвищує реіграбельність та оптимізує процес створення контенту для інди-розробників.

Сучасні ігри вимагають від розробників створення масштабних ігрових світів, здатних забезпечити унікальний досвід кожному користувачу. При цьому ручне проектування рівнів потребує значних ресурсів і часу. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є використання процедурної генерації, що дозволяє автоматично будувати унікальні локації на основі алгоритмів, які враховують механіку та правила гри, роблячи кожне проходження непередбачуваним і цікавим. Завдяки цьому значно підвищується реіграбельність, а витрати часу на ручний дизайн скорочуються. Unity як один із найпопулярніших рушіїв надає зручні інструменти для графіки, логіки та генерації контенту в реальному часі. Процедурна генерація забезпечує масштабованість, гнучкість і економію ресурсів, дозволяючи створювати ландшафти, карти, будівлі, NPC, квести та предмети, що формують динамічний ігровий досвід.

Перелік вирішених питань у роботі:

13. Дослідження предметної області, що дозволило визначити ключові переваги та обмеження таких підходів.
14. Виявлення проблем. Розробники стикаються з низкою труднощів: непрохідними або нелогічними рівнями, повторюваністю елементів, відсутністю єдиного художнього стилю та труднощами інтеграції нарративу.
15. Формулювання вимог. Сформовано перелік функціональних можливостей (керування персонажем, інвентар, взаємодія з об'єктами, збір ресурсів, переміщення між кімнатами) та нефункціональних характеристик (продуктивність, стабільність, гнучкість).
16. Розробка архітектури. Запропоновано модульну структуру гри, яка включає генератор рівнів, менеджер ігрових об'єктів, систему інвентарю та базові інтерактивні елементи.
17. Методи перевірки. Для подолання проблеми логічності застосовано алгоритми пошуку шляху, модульний дизайн та автоматизоване тестування, що дозволяє уникнути критичних помилок у згенерованих рівнях.

Основні проблеми, з якими стикаються розробники при процедурній генерації:

- відсутність логіки – згенеровані рівні можуть бути непрохідними або нелогічними;
- повторюваність контенту – занадто схожі кімнати чи патерни знижують інтерес;
- художня несумісність – складно зберегти єдиний стиль в автоматично створених локаціях;
- брак нарративу – генерація рідко враховує сюжетні елементи чи сценарні події;

– складність тестування – велика кількість варіантів рівнів ускладнює перевірку балансу та коректності.

На основі рушія Unity реалізовано прототип 2D-платформера з процедурною генерацією рівнів. Система формує кімнати та маршрути за допомогою модульного підходу, контролюючи їх прохідність та логічність.

У процесі аналізу були розглянуті та протестовані кілька підходів: **алгоритм поділу простору BSP** (для створення сцен), **лабіринтні алгоритми DFS/Backtracking** (для побудови шляхів і зв'язків між зонами), а також **метод випадкових розподілів Пуассона** (для природного розташування об'єктів і ресурсів).

Остаточна реалізація поєднує BSP і DFS, що дозволяє досягти балансу між структурованістю рівнів і випадковістю їх розташування. Генерація враховує випадковість із контролем (seed-значення), що забезпечує як унікальність кожної спроби, так і можливість відтворення ідентичних світів при повторному використанні того ж seed. У прототипі також реалізовано базовий інвентар, механіку збору предметів та взаємодії з об'єктами. Для перевірки якості проведено функціональне та юзабіліті-тестування, а також оцінку балансу складності, що підтвердило коректність обраних алгоритмів та їх придатність для створення динамічного ігрового контенту.

Результати роботи підтвердили ефективність процедурних алгоритмів у створенні різноманітного ігрового контенту для платформерів. Запропоноване рішення забезпечує динамічність, масштабованість і зниження витрат на розробку. Система дозволяє отримати унікальний ігровий досвід без втрати якості та логіки рівнів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію адаптивних алгоритмів, що враховують стиль гри користувача, а також на застосування технологій машинного навчання для генерації контенту у більш складних ігрових середовищах, включно з AR/VR.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Штефан Н. 3. Розробка ігрових застосувань. Навч. посібник для закладів вищої освіти. – Одеса: 2025. – 161 с.
2. Poisson disk sampling through disk packing / G. Liang, L. Lu, Zh. Chen, Ch. Yang. // Computational Visual Media, 2015. – Vol. 1, No. 1. – 17–26 pp.
3. Schell Jesse, The Art of Game Design: a Book of Lenses. Boston, USA: Elsevier/Morgan Kaufmann, 2008.
4. Фуллертон, Т. *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*. 5-те вид. Бока-Ратон: A K Peters/CRC Press (Routledge), 2024. 586 с. ISBN 978-1-032-60700-9 (pbk); ISBN 978-1-003-85844-7 (ebook).
5. Harrison Ferrone. *Learning C# by Developing Games with Unity 2019: Code in C# and build 3D games with Unity*, 4th Edition – Packt Publishing, 2019. – 342 p. ISBN-10: 1789532051, ISBN-13: 978-1789532050

УДК 004.92

ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ У СТВОРЕННІ ЛАНДШАФТІВ

ШАПОВАЛ В.В. (volodymyr.sh.05@gmail.com)

КОМИССАРОВ В.Р. (vitya.komissarov11@gmail.com)

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Розглянуто проблему трудомісткого створення ігрових ландшафтів та можливості її вирішення за допомогою процедурної генерації. Визначено основні алгоритмічні підходи, такі як шум Перліна, метод diamond-square та діаграми Вороного. Проаналізовано практичне застосування процедурної генерації в сучасних іграх (Minecraft, No Man's Sky) та інструментах рушіїв. Окрему увагу приділено питанням формування біомів, розміщення рослинності та

оптимізації рендерингу. Зроблено висновок про доцільність поєднання процедурних і ручних методів для досягнення балансу між унікальністю, реалістичністю та керованістю результатів.

У сучасному світі досвідчені гравці ставлять високі вимоги до новітніх відеоігор. Вони очікують великі та різноманітні ігрові світи, які буде цікаво досліджувати. Тим, хто шукає нових вражень із кожним проходженням гри, вже недостатньо статичних середовищ [1]. Але створення світу гри займає чимало часу та вимагає багато ресурсів. Тому розробники, аби задовільнити попит, все частіше вдаються до використання різних методів процедурної генерації [1].

Процедурна генерація (ПГ) автоматизує формування складних об'єктів і текстур за допомогою алгоритмічних правил. Замість трудомісткого ручного створення рельєфу художники можуть задавати лише набір параметрів, після чого алгоритми здатні генерувати практично необмежену кількість комбінацій ландшафтних форм. Відомий принцип процедурної генерації дозволяє отримувати унікальні віртуальні середовища, що потребують мінімального або навіть повної відсутності ручного доопрацювання [2].

Прикладом реалізації цього підходу є популярні ігри, як Minecraft чи No Man's Sky, де ігровий світ створюється алгоритмічно на початку кожної сесії. Така динаміка забезпечує різноманітність досвіду для користувача та підтримує високий рівень залученості. Процедурна генерація використовується також поза межами індустрії розваг: у навчальних тренажерах, наприклад, динамічні картографії доріг формуються випадковим способом, що підвищує ефективність процесу навчання завдяки непередбачуваності сценаріїв.

Разом із численними перевагами ПГ постають і певні виклики. Зокрема, результати генерації не завжди легко контролювати, а використання складних алгоритмів здатне суттєво збільшувати навантаження на обчислювальні ресурси та уповільнювати процес рендерингу. Саме тому особливої актуальності набуває проблема вибору оптимальних методів процедурної генерації та їх точного налаштування відповідно до цілей проєкту. Водночас сучасні ігрові рушії надають широкі можливості для цього: зокрема, Unity має вбудовані інструменти для процедурного створення рельєфу, рослинності та текстур.

Одним із базових етапів процедурної генерації ландшафтів є формування висотної карти - растрового зображення у градаціях сірого, де кожен відтінок відповідає висоті місцевості. Найбільш поширеним підходом до генерації таких карт є використання шуму Перліна (Perlin Noise). Цей алгоритм створює на площині псевдовипадкові вектори та згладжує переходи між ними, завдяки чому формується плавний рельєф [3]. Для досягнення більшої деталізації застосовують накладання кількох шарів шуму, так званих октав, з різними амплітудами і частотами. Кожна наступна октава має подвоєну частоту попередньої і зменшену амплітуду, що надає рельєфу фрактальної складності. Водночас надмірна кількість октав або занадто високі частоти можуть призвести до втрати плавності та перевантаження деталей.

Класичним методом генерації висотних карт також є алгоритм diamond-square. Він працює з квадратною сіткою, вершини якої ініціалізуються випадковими значеннями, після чого виконується покрокове заповнення внутрішніх точок. На етапі «діамантового» кроку центральна точка квадрата отримує середнє значення його кутів плюс невелике випадкове зміщення, а на етапі «квадратного» - аналогічним чином обчислюються середини сторін. Процес повторюється з поступовим зменшенням масштабу шуму, що забезпечує плавні переходи та формування природного горбистого рельєфу [4]. На основі такої висотної карти будується сітчаста тривимірна поверхня, яка стає базою майбутнього ландшафту.

Надалі цей рельєф деталізується завдяки застосуванню додаткових алгоритмів, зокрема діаграм Вороного (рис. 2), які дозволяють створювати менш регулярні, більш природні структури рельєфу [5, 6]. Відомі бібліотеки, такі як libnoise, реалізують ці підходи та пропонують широкий вибір шумових функцій (Perlin, Simplex, Voronoi), що робить їх корисним інструментом для швидкого прототипування.

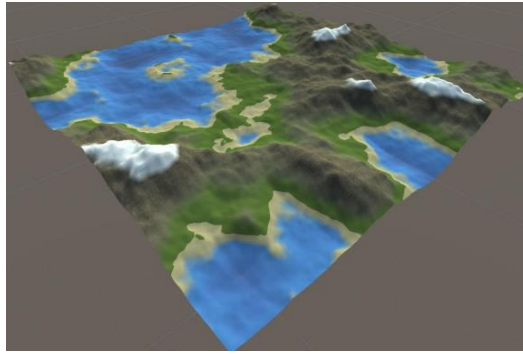


Рис. 1 - Ландшафт, згенерований за допомогою шуму Перліна

На рис.1 наведено приклад процедурно згенерованого гірського ландшафту на основі фрактального шуму Перліна. У результаті такого підходу отримують «каркас» місцевості з плавними хвилеподібними формами.

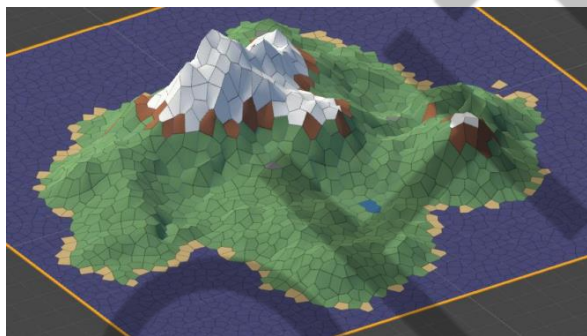


Рис. 2 - Ландшафт, згенерований за допомогою діаграми Вороного

Другим важливим етапом є текстурування і формування біомів. Визначивши висотні дані, розробники накладають текстури ґрунту залежно від висоти та нахилу поверхні. Найпростіший метод передбачає автоматичний розподіл шарів: наприклад, пісок у низинах, трава на середніх рівнях, скелі й сніг на вершинах. Більш складні підходи ґрунтуються на концепції біомів – кліматичних регіонів із власними характеристиками температури, вологості й рослинності. За цією моделлю ландшафт ділиться на зони (пустеля, ліс, тундра тощо), які можуть плавно переходити одна в одну або мати чіткі кордони, залежно від дизайнерських цілей. Такий підхід забезпечує більш правдоподібний розподіл рослинності та ґрунтів: у вологих регіонах гори вкриваються густими лісами, тоді як у посушливих долинах формуються пустельні пейзажі.

Третім аспектом є розміщення рослинності та об'єктів оточення. Для цього зазвичай створюють спеціальні карти щільності (density maps), де у градаціях сірого визначається кількість рослин на певних ділянках. Альтернативний варіант – використання кольорових карт, де кожен відтінок відповідає певному типу рослинності (наприклад, червоний – сосни, зелений – папороть). У складніших моделях враховують біологічну конкуренцію рослин за ресурси, що дозволяє уникнути неприродних скупчень. Крім того, для досягнення рівномірності застосовують алгоритми на кшталт Poisson disk sampling, які гарантують збереження мінімальної відстані між об'єктами. Це створює візуально достовірні лісові чи степові масиви з контрольованою густиною.

Важливим завданням процедурної генерації є оптимізація рендерингу. Адже згенеровані світи часто охоплюють величезні території, що може призвести до перевантаження графічної системи. Для розв'язання цієї проблеми широко використовують рівні деталізації (LOD). Близькі до гравця об'єкти відображаються у високій роздільності, тоді як віддалені – у спрощеній. Крім того, у реальному часі застосовуються алгоритми динамічної адаптації сітки, зокрема ROAM (Real-time Optimally Adapting Meshes)[7], які оптимізують триангуляцію залежно від кута огляду. Такі методи забезпечують баланс між продуктивністю і якістю візуалізації.

Також слід згадати про наявність інструментів та готових рішень для практичного використання процедурної генерації. Так, у рушії Unity існує клас Terrain, що дозволяє програмно задавати висотні карти та автоматично застосовувати текстури й об'єкти. Водночас відкриті бібліотеки, як-от libnoise, забезпечують швидку реалізацію базових шумових функцій. Проте практика показує, що універсального рішення немає: у більшості випадків доводиться комбінувати кілька методів, коригувати параметри та додавати ручне редагування, щоб досягти бажаного рівня реалістичності та художнього ефекту.

Як результат, проведений аналіз підтвердив, що процедурна генерація є одним із найефективніших методів автоматизованого створення ландшафтів у віртуальних середовищах. Використання алгоритмів на основі фрактальних шумів (Perlin, Simplex) та методу diamond-square дозволяє формувати рельєфи з високим рівнем реалістичності та деталізації. Додатковою перевагою є можливість автоматичного нанесення текстур і рослинності відповідно до висотних чи кліматичних параметрів, що забезпечує природність і різноманітність віртуальних просторів. Це значно знижує фінансові й часові витрати на розробку ігор і симуляцій, а також відкриває можливість створювати унікальні світи.

Разом із тим виявлено й певні обмеження. Результати генерації іноді виявляються непередбачуваними, а складні обчислювальні алгоритми можуть суттєво навантажувати обладнання, що потребує додаткових оптимізацій. Водночас завдяки гнучким налаштуванням параметрів і комбінуванню з ручними методами більшість цих проблем можливо подолати. Отже, процедурна генерація довела свою актуальність та ефективність у сучасній розробці ігор і симуляцій, а перспективи її розвитку полягають у впровадженні машинного навчання та нових методів оптимізації, що дозволить ще більше наблизити створювані світи до реальності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сокол, Д. В., & Швець, Д. В. (2024). Створення ландшафтів методами процедурної генерації в Unity 3D.
2. Freiknecht, J., & Effelsberg, W. (2017). A survey on the procedural generation of virtual worlds. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(4), 27.
3. Волинець, Б. А. (2021). *Застосування алгоритму «Шум Перліна» в учбовому додатку для генерації фрактальних ландшафтів* (Doctoral dissertation, ВНТУ).
4. Zhang, T., Zhi, W., Mangelson, J., & Johnson-Roberson, M. (2025). Infinite Leagues Under the Sea: Photorealistic 3D Underwater Terrain Generation by Latent Fractal Diffusion Models. *arXiv preprint arXiv:2503.06784*.
5. Зиков, Д. О. (2024). Дослідження процедурної генерації ландшафту з використанням шуму Перліна.
6. Партика, П. М., & Яворівський, В. А. (2024). Порівняння традиційних і машиннонавчених підходів до генерації текстур. In *Інтелектуальні комп'ютерні системи та мережі: Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених*. (5 листопада 2024 р. Тернопіль). Тернопіль (р. 133).
7. Dalei, D. K., Venkataramanan, N., & Panigrahi, N. (2022, November). A Review of LOD based Techniques for Real-time Terrain Rendering. In *2022 IEEE 6th Conference on Information and Communication Technology (CICT)* (pp. 1-6). IEEE.

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ UI/UX ДЛЯ ІГОР: БАЛАНС МІЖ ЕСТЕТИКОЮ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЮ

ЯЗВІНСЬКА Д.І. (yazvinskadiana@gmail.com),
Національний університет «Одеська політехніка»

У роботі досліджено принципи побудови користувацького інтерфейсу (UI) та користувацького досвіду (UX) у відеоіграх із акцентом на баланс між естетичною складовою та функціональністю. Особлива увага приділена ключовим принципам ефективного UI/UX, таким як зрозумілість, візуальна ієрархія, узгодженість стилю та адаптивність для різних платформ. Розглянуто практичні аспекти реалізації інтерфейсів, включаючи інтеграцію у ігрові рушії, тестування та отримання зворотного зв'язку від гравців. Підкреслено значення гармонійного поєднання дизайну, функціональності та зручності для підвищення комфортності ігрового процесу та конкурентоспроможності сучасних відеоігор.

Сучасна ігрова індустрія стрімко розвивається, і успіх гри дедалі більше залежить не лише від її сюжету чи графіки, а й від зручності взаємодії користувача з інтерфейсом. Саме інтерфейс (UI) та користувацький досвід (UX) визначають, наскільки гравцеві буде зрозуміло керувати персонажем, орієнтуватися у світі гри та отримувати задоволення від процесу. Актуальність теми полягає в необхідності пошуку балансу між естетичною складовою та функціональністю. З одного боку, інтерфейс повинен бути привабливим і відповідати художньому стилю гри, з іншого — залишатися інтуїтивним, простим і не перевантаженим зайвими елементами. Крім того, сучасні гравці очікують швидкої адаптації до інтерфейсу, тому його структура має бути зрозумілою навіть новачкам, а не тільки досвідченим користувачам.

UI (User Interface) — це система елементів, через яку гравець взаємодіє з грою: меню, панелі, іконки, індикатори, підказки. UX (User Experience) охоплює загальне враження користувача від цієї взаємодії, включаючи зручність, зрозумілість та емоційне сприйняття [1]. Роль інтерфейсу у сприйнятті гри є визначальною: навіть найцікавіший сюжет чи високоякісна графіка можуть бути знецінені, якщо користувачеві важко зрозуміти, як керувати персонажем чи знайти потрібну інформацію. Якісний UI стає «невидимим», адже він не відволікає від ігрового процесу, а гармонійно його підтримує. При цьому дизайн інтерфейсу повинен враховувати не лише естетичні уподобання, а й психологічні аспекти: колір, розмір і розташування елементів впливають на сприйняття гравця та його швидкість реакції.

Особливості UI/UX у порівнянні з веб- та мобільними застосунками зумовлені інтерактивною природою ігор. На відміну від звичайних програм, де головне завдання — виконати дію швидко й ефективно, в іграх інтерфейс має ще й підсилювати занурення у світ, відповідати художньому стилю та жанровим вимогам. Наприклад, у рольових іграх важливо відображати складні системи інвентарю, характеристик і діалогів, тоді як у мобільних казуальних іграх інтерфейс зводиться до мінімуму, щоб не перевантажувати користувача. До того ж, сучасні ігри часто використовують адаптивні інтерфейси, які підлаштовуються під стиль гри та поведінку гравця, забезпечуючи комфортний досвід на різних пристроях.

Ефективний UI/UX у відеоіграх базується на поєднанні простоти, логіки та художньої цілісності. Насамперед важлива зрозумілість: гравець повинен швидко орієнтуватися у меню, підказках і елементах керування без додаткових пояснень. Другим принципом є візуальна ієрархія, яка дозволяє виділити найважливішу інформацію (здоров'я, ресурси, цілі) і зменшити навантаження на увагу користувача. Це досягається через розташування елементів, контраст кольорів та розмір шрифтів. Важливою складовою є узгодженість стилю з жанром та атмосферою гри. Наприклад, у фантастичному світі інтерфейс може мати футуристичні елементи, а в історичній грі — стримані та стилізовані під епоху. Також значення має зручність управління: інтерфейс повинен адаптуватися під різні платформи (ПК, консолі, мобільні пристрої) та враховувати швидкість реакції гравця. Збалансоване поєднання цих принципів створює інтерфейс, який не лише виконує функцію навігації, а й підсилює ігровий досвід.

Одним із головних викликів у розробці інтерфейсу є досягнення рівноваги між візуальною привабливістю та практичною зручністю. Надмірно прикрашений UI може виглядати ефектно, але

відволікати від процесу гри або ускладнювати пошук потрібної інформації. Водночас занадто спрощений інтерфейс часто здається «порожнім» і знижує емоційне занурення. Оптимальним є рішення, коли естетика підкреслює жанр та атмосферу гри, але не заважає виконанню основних дій. Наприклад, у шутерах інтерфейс роблять мінімалістичним, щоб не перекривати поле зору, тоді як у рольових іграх передбачають детальні панелі характеристик, але подають їх у зручній і впорядкованій формі. Таке поєднання дозволяє гравцеві зосередитися на геймплеї, одночасно насолоджуючись художнім стилем.

Розробка ефективного UI/UX передбачає поєднання творчого підходу з технічною реалізацією. На початковому етапі створюються прототипи інтерфейсу, що дозволяють візуалізувати розташування елементів і перевірити їхню логіку ще до етапу програмування. Для цього широко застосовуються інструменти проєктування, такі як Figma чи Adobe XD, які забезпечують швидку побудову макетів та зручну співпрацю в команді. Подальша інтеграція інтерфейсу відбувається безпосередньо в ігрових рушіях (Unity, Unreal Engine), де дизайнери та програмісти поєднують візуальну складову з функціональністю [2]. На цьому етапі важливо забезпечити адаптивність інтерфейсу, тобто його зручність як для великих моніторів ПК, так і для екранів мобільних пристроїв чи консолей.

Особливе місце займає тестування користувацького досвіду. Воно передбачає перевірку зрозумілості меню, швидкості доступу до потрібної інформації, зручності розташування елементів керування. Часто застосовуються методи спостереження за геймплеєм, аналітика поведінки гравців або A/B-тестування різних варіантів інтерфейсу. Це дозволяє ще до фінального релізу виявити слабкі місця й оптимізувати роботу UI. Не менш важливим є отримання зворотного зв'язку від аудиторії. Бета-тестування та коментарі гравців допомагають розробникам зрозуміти, наскільки інтерфейс відповідає очікуванням користувачів, і внести необхідні корективи. Крім того, зворотний зв'язок дозволяє враховувати різні стилі сприйняття та культурні особливості гравців, що особливо важливо для глобальних проєктів.

Таким чином, практична реалізація UI/UX — це динамічний процес, що включає проєктування, інтеграцію, тестування й постійне вдосконалення. Лише завдяки поєднанню естетики, функціональності та уваги до зворотного зв'язку можна створити інтерфейс, який підсилює ігровий досвід і робить його максимально комфортним для користувача. UI/UX стає не лише технічним елементом, а й повноцінною частиною художнього задуму гри, що впливає на її успішність і конкурентоспроможність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Що таке UI/UX дизайн: ваш гід професією URL: <https://prjctr.com/knowledge-base/interface-design/ui-ux-design/ui-ux-design-profession-guide> (дата звернення: 15.09.2025).
2. Прототипування за допомогою Figma, Sketch та Adobe XD: порівняльний аналіз та практичні прийоми роботи URL: <https://mate.academy/blog/ui-ux-design/prototyping-tools/> (дата звернення: 16.09.2025).

Розділ 6.

Штучний інтелект і машинне навчання в ігрових системах (ігровий штучний інтелект, процедурна генерація контенту, адаптивна складність ігор, AI як ігровий наративний інструмент)

UDC 623.618:004.89:004.94

INTEGRATED ALGORITHMIC MODEL OF AIR DEFENSE SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

VOLKOV A., CHORNOBAY V. (vaf75takt@gmail.com, verapohil4@gmail.com)
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

The paper proposes an integrated architectural and algorithmic model of an air defense system of critical assets based on artificial intelligence. The model combines mathematical equations to estimate detection time, classification accuracy, and target interception probability with algorithms for deep learning, clustering, and online adaptation. The architecture of the system is presented. It ensures the interaction of sensor, cyber defense and fire subsystems in a single information space. The simulation results showed a significant reduction in response time, increased trajectory prediction accuracy, and increased success in intercepting aerial threats, which confirms the practical effectiveness of the proposed approach.

Modern aerial threats, in particular, unmanned aerial vehicles, cruise and ballistic missiles, pose critical challenges to national security and the protection of strategic infrastructure. Traditional air defense systems are proving to be insufficiently effective in conditions of high combat dynamics and widespread use of electronic warfare, which leads to the need to introduce innovative approaches. One of the most promising areas is the integration of artificial intelligence systems capable of automating the processes of identifying, classifying, predicting and prioritizing aerial threats, as well as optimizing real-time decision-making.

The purpose of the research was to create an integrated architectural and algorithmic model of an air defense system that combines mathematical methods for evaluating effectiveness, algorithmic artificial intelligence tools, and a multi-level defense architecture to increase the reliability and speed of protecting critical assets.

The research objectives included:

- formalization of mathematical dependencies for calculating detection time, classification accuracy, and target interception probability;
- development of algorithms for data analysis and processing based on CNN, Random Forest, XGBoost and DBSCAN [1];
- implementation of adaptability mechanisms through digital twins and online learning;
- building an integrated algorithmic model of an air defense system that combines radar, electronic warfare, cyber defense, and firing subsystems;
- efficiency checking of the model based on experimental modeling and simulations.

The research methods were based on a combination of mathematical modeling of air defense processes and machine learning methods. At the mathematical level, classical equations were used to describe the target detection time, trajectory prediction algorithms (in particular, the Kalman filter), and formulas for calculating the probability of successful defeat. At the algorithmic level, CNN was used to automatically recognize targets based on multisensory data, Random Forest and XGBoost to improve

classification accuracy, DBSCAN to group and prioritize threats, digital twins and online learning methods to reduce inaccuracy and increase adaptability. At the architectural level, the developed model described the interaction between sensor complexes, electronic warfare, cyber defense, and defeat systems integrated into a single C2 control system capable of coordinating resources and making decisions in real time.

The results of the research showed that the introduction of artificial intelligence significantly increases the effectiveness of air defense. In the Patriot PAC-3 system, the average detection time was reduced from 18 to 4 seconds, and the classification accuracy increased from 72% to 94% [2]. In NASAMS, the response time decreased from 35 to 8 seconds, and the probability of successful interception increased from 65% to 91% [3]. In the IRIS-T SLM, the average deviation of the cruise missile trajectory decreased from 430 m to 55 m, and the calculation time was reduced from 7.0 to 1.5 seconds [4]. Additionally, simulation experiments have shown that CNN achieves 92.8% identification accuracy with a F1-measure of 0.91, XGBoost reduces the level of false alarms to 5.6%, and the use of digital twins has successfully simulated the development of events in 15 out of 18 attack scenarios. Online training has reduced the number of false positives by 16.4% [1].

The proposed integrated architectural and algorithmic model has proven its effectiveness in improving the response rate, predicting accuracy, and reliability of air defense systems. It combines mathematical models, artificial intelligence algorithms and architectural solutions into a single system capable of providing multi-level protection of critical assets from modern aerial and hybrid threats. The practical significance of the research is to create a scientific and practical basis for the further development of intelligent and automated technologies that contribute to strengthening the state's defense capability.

REFERENCES

1. S. Nantogma, Y. Xu and W. Ran, "A Coordinated Air Defense Learning System Based on Immunized Classifier Systems", *Symmetry*, vol. 13, № 2, p. 271, Feb. 2025. <https://doi.org/10.3390/sym13020271>.
2. J.-Y. HE, G. Ning, H. Hua and K. Zhang, "Reflections on defense systems in the background of high-speed flight", *y Int. Conf. Electron. Inf. Eng. Comput. Sci. (EIECS 2022)*, Y. Yue, Eds. Changchun, China, 16–18 Sep. 2022. SPIE, 2023. <https://doi.org/10.1117/12.2668203>.
3. S. Sveshnikov, V. Bocharnikov та Y. Mudrak, "Evaluation and choice of an anti-aircraft missile system under uncertain conditions based on fuzzy-integral calculus and hierarchical cluster analysis", *Operations Res. Decis.*, vol. 34, № 2, 2024. <https://doi.org/10.37190/ord240209>.
4. K. F. Iman, Robertus Heru Triharjanto, Heri Budi Wibowo and Yayat Ruyat, "Comparative Analysis Of A Multi-Layered Weapon System For City Air Defense In The Modern Warfare", *Int. J. Humanities Educ. Social Sci. (IJHESS)*, vol. 3, № 3, Dec. 2023. <https://doi.org/10.55227/ijhess.v3i3.720>.

УДК 004.8:37.018.43

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БАГАТОАГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЙ В ОСВІТНІХ СИМУЛЯТОРАХ

БОБАРЧУК О.А. (a.bobarchuk@gmail.com),

Державний університет «Київський авіаційний інститут», Київ,

ЗЛОТКІВСЬКА Т.В. (tane4ka.zlot@gmail.com),

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Реферат. Розглянуті багатоагентні системи як перспективний напрям розвитку штучного інтелекту з широкими можливостями для освіти. Вони являють собою середовище взаємодії автономних агентів, здатних співпрацювати, конкурувати й ухвалювати рішення у реальному часі. Поєднання методів машинного та глибокого навчання, підкріплювального навчання й еволюційних алгоритмів забезпечує їхню гнучкість та адаптивність. У сфері освіти такі системи відкривають можливості створення інтерактивних симуляторів і віртуальних

лабораторій, що моделюють реальні наукові процеси. Це дозволяє персоналізувати освітні траєкторії, підвищувати мотивацію та залученість студентів через взаємодію з агентами різних ролей — викладачами, експертами чи віртуальними однокурсниками. Використання багатоагентних систем у навчанні сприяє формуванню практичних навичок та компетентностей, необхідних для професій майбутнього, а також підвищує ефективність освітнього процесу.

Постановка проблеми

Багатоагентні системи (БАС) розглядаються як складні соціотехнічні утворення, де автономні агенти взаємодіють, кооперуються, конкурують, координують дії та приймають рішення. Традиційні алгоритми та підходи, зокрема в ігровій індустрії чи освітніх технологіях, мають обмеження, адже часто не забезпечують емерджентної поведінки, масштабованості та адаптивності. Виникає потреба у нових методах моделювання складних соціальних процесів, створенні адаптивних освітніх середовищ і розвитку інтелектуальних симуляторів, здатних моделювати динамічні взаємодії у колективі [1, 2].

Завдання дослідження

У межах даного дослідження визначено сутність агента як автономної системи з властивістю самостійного прийняття рішень і комунікації. Окреслено ключові властивості БАС: децентралізація, взаємодія, кооперація, конкуренція, координація, самовпорядкованість, масштабованість та стійкість до збоїв. Досліджено роль методів машинного навчання, глибинного навчання, підкріплювального навчання та еволюційних алгоритмів у побудові БАС. Проаналізовано потенціал імітаційного моделювання для аналізу поведінки соціальних систем і освітніх процесів. Розглянуто архітектуру багатоагентної освітньої системи та механізми гейміфікації на основі БАС. Особлива увага приділена інтеграції мультимодальних даних для створення адаптивних інтелектуальних освітніх екосистем.

Виклад суті дослідження

Агенти визначаються як автономні одиниці, здатні сприймати середовище, приймати рішення та проявляти цілеспрямовану поведінку [2, 4]. Інтелектуальні агенти застосовують методи штучного інтелекту, включно з логічним виводом, нейромережами та машинним навчанням, для ухвалення рішень [3]. Колективна взаємодія агентів забезпечує виникнення емерджентних властивостей системи, таких як децентралізація управління, самовпорядкованість і стійкість до збоїв [5]. Технологічна база БАС включає машинне навчання для аналізу та прогнозування поведінки, глибинне навчання для роботи з високорозмірними даними та підкріплювальне навчання для формування адаптивної поведінки через винагороду [3, 4].

У ігрових та освітніх застосуваннях така система дозволяє моделювати складні соціальні процеси, формуючи динамічні структури, включно з родинями, спільнотами, економічними ринками та освітніми екосистемами [5, 6, 7]. Багатоагентна архітектура у сфері освіти забезпечує персоналізовані навчальні траєкторії, динамічну генерацію контенту, адаптивні сценарії та соціально збагачене навчання [8, 9]. Мультимодальний підхід дозволяє інтегрувати текстові, візуальні, аудіальні й сенсорні дані, що підвищує точність прогнозів, адаптивність рішень та ефективність освітнього процесу [10]. У контексті концепції «Освіта 4.0» поєднання БАС і мультимодального ІІІ забезпечує інтерактивність, гнучкість і формування навичок колективної взаємодії, що відповідає вимогам цифрової економіки майбутнього [11].

Висновки. Застосування багатоагентних систем відкриває нові можливості для ігор, науки та освіти, забезпечуючи динамічне, емерджентне та масштабоване моделювання. У ігровій індустрії це дозволяє переходити від статичних моделей неігрових персонажів (NPC – non-player characters) до живих цифрових екосистем. В освітньому процесі багатоагентні системи підтримують персоналізацію навчання, гейміфікацію та створення віртуальних лабораторій, що формують наукове мислення та практичні компетентності. Інтеграція з мультимодальними моделями ІІІ створює основу для побудови інтелектуальних освітніх екосистем нового покоління з високим рівнем мотивації, гнучкістю та ефективністю навчання. Подальший розвиток технологій потребує міждисциплінарних досліджень на стику педагогіки, когнітивних наук і штучного інтелекту, що забезпечить впровадження інноваційних освітніх і симуляційних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Guide to multi-agent systems (MAS). What is a multi-agent system? – Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/discover/what-is-a-multi-agent-system> (дата звернення 08.09.2025)
2. Agents in Artificial Intelligence. What are They and How They are Used. Overview. CASES, Springs, August 16, 2024. URL: <https://cases.media/en/article/agents-in-artificial-intelligence-what-are-they-and-how-they-are-used?srsId=AfmBOoqNsGeSp667ki--PXeTKMf2k-JScq5WIEqSOCd6xC0Sgi3Uglas> (дата звернення 08.09.2025)
3. Kubrak, Y., Plechystyy, D., Romanishyn, V. (2022). A multi-agent system of artificial intelligence forming principles. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION, (48). <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2022-48-12> (дата звернення 08.09.2025)
4. Wang, L., Ahmad, K., Kim, S. Multi-Agent Reinforcement Learning for Emergent Gameplay in Complex Environments, 2023. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, 19(1). URL: <https://arxiv.org/html/2504.21048v1> (дата звернення 08.09.2025)
5. Cahya Nugraha, Ade Irma Purnamasari, Agus Bahtiar, Edi Tohidi. Implementation of Finite State Machine on NPCs to Improve Game Productivity, June 2025. Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (JAIEA) 4(3):1673-1677. URL: https://www.researchgate.net/publication/392709860_Implementation_of_Finite_State_Machine_on_NPCs_to_Improve_Game_Productivity (дата звернення 08.09.2025)
6. Zhengyang Li, Qijin Ji, Xinghong Ling, Quan Liu. A Comprehensive Review of Multi-Agent Reinforcement Learning in Video Games, January 2025. IEEE Transactions on Games PP(99):1-21. URL: <https://arxiv.org/pdf/2509.03682> (дата звернення 08.09.2025)
7. Wenhui Fan, Peiyu Chen, Daming Shi, Xudong Guo. Multi-Agent Modeling and Simulation in the AI Age. Tsinghua University Press Tsinghua Science and Technology. URL: https://www.researchgate.net/publication/354998329_Multi-agent_modeling_and_simulation_in_the_AI_age (дата звернення 08.09.2025)
8. Chen, X., Park, S. Adaptive Gamified Learning Systems Powered by Multi-Agent AI, 2024. IEEE Transactions on Learning Technologies, 17. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000114> (дата звернення 08.09.2025)
9. Li, W., Garcia, F. Multi-Agent Systems for Dynamic Difficulty Adjustment in Educational Games, 2025. Computers & Education, 195, 104721. URL: https://www.researchgate.net/publication/312028327_Dynamic_difficulty_adjustment_systems_for_various_game_genres (дата звернення 08.09.2025)
10. Бобарчук О.А., Злотківська Т.В. Інноваційні можливості розвитку штучного інтелекту за допомогою мультимодального підходу / Наука, технологія, інновації, №4, 2024.
11. Пушкар О. І., Бобарчук О.А., Денисенко С. М., Гальченко С.М., Злотківська Т.В. Шляхи розвитку штучного інтелекту в Освіті 4.0 / Штучний інтелект у науці та освіті (AISE 2025). Artificial intelligence in science and education : колективна монографія (Київ, 15-16 квітня 2025 р.) [Електронний ресурс] / [упоряд: А. Яцишин, В. Матусевич, В. Коваленко]. Київ : УкрІНТЕІ, 2025.

ТЕХНОЛОГІЇ АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДО ЗАДАЧ ПОБУДОВИ СТРУКТУРОВАНИХ ВИБІРОК ДАНИХ НА ОСНОВІ СЕМАНТИЧНИХ ЗАПИТІВ

БОГУТ О. М. (oleg.bogut@gmail.com),

МОТРИНЕЦЬ Я. Я. (yaroslava2004mot@gmail.com)

Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука»

Формування складних SQL-запитів до структурованих баз даних на основі семантичних конструкцій звичайної людської мови становить складну проблему, зумовлену різницею між природною семантикою та формалізованими структурами даних. Традиційні підходи не здатні повною мірою інтерпретувати контекст, багатозначність та синонімію термінів, що призводить до втрати точності та неповноти вибірок. Використання агентних технологій штучного інтелекту дозволяє автономним агентам трансформувати семантичні запити у формалізовані SQL- чи API-запити, інтегруючи дані з різномірних джерел. Це створює умови для отримання точних і узгоджених структурованих вибірок, що підвищує ефективність CRM, ERP та HRM систем у завданнях аналітики та підтримки управлінських рішень в IT-компаніях.

Людино-машинна взаємодія у сфері роботи з даними характеризується значними бар'єрами, коли йдеться про доступ до структурованих баз даних [1]. Користувачі, які формують інформаційні потреби природною мовою, стикаються з труднощами при спробі отримати релевантні вибірки даних без залучення спеціалізованих технічних навичок. Це пояснюється тим, що структуровані системи зберігання інформації функціонують на основі формалізованих мов запитів, зокрема SQL, які суттєво відрізняються від семантики повсякденного мовлення. У результаті виникає проблема доступності даних: широке коло користувачів залишається обмеженим у можливості самостійно здійснювати пошук і аналітику.

Побудова складних SQL-запитів вимагає участі програміста або спеціаліста з баз даних, здатного перекласти запит користувача у формалізовану форму. Такий підхід є трудомістким, потребує додаткових витрат часу й ресурсів, а також призводить до залежності бізнес-користувачів від технічних фахівців. Крім того, навіть у разі успішної побудови запиту результати мають жорстко визначену структуру, яка відповідає заздалегідь визначеним параметрам. Це означає, що будь-яка зміна у формулюванні запиту потребує програмування нових або модифікації існуючих інструкцій, що знижує гнучкість і оперативність роботи з даними.

Традиційна модель взаємодії, заснована на ручному формуванні запитів, виявляє свою обмеженість у сучасних умовах, коли організації працюють із великими, різномірними та динамічними обсягами даних. Статичні результати, отримані за допомогою складних SQL-конструкцій, не відповідають потребам адаптивної аналітики, де важливо не лише отримати конкретні записи, а й інтерпретувати їх у ширшому контексті. Це зумовлює необхідність пошуку нових підходів до людино-машинної взаємодії, які дозволять трансформувати семантичні запити природною мовою у структуровані вибірки даних без посередництва технічних спеціалістів.

Одним із перспективних шляхів подолання зазначеної проблеми є застосування агентних технологій штучного інтелекту [2], які здатні інтерпретувати запити користувача природною мовою та трансформувати їх у формалізовані інструкції для баз даних. На відміну від традиційних інтерфейсів запитів, агентний підхід дозволяє враховувати семантичний контекст, багатозначність термінів і навіть нечітко сформульовані запити. Це суттєво знижує бар'єр входу для користувачів, що не володіють технічними навичками програмування, та забезпечує доступність структурованих даних для ширшої аудиторії.

Агентні системи можуть діяти як проміжний рівень між користувачем та системою управління базами даних (СУБД). Коли користувач вводить запит у природній формі, агент аналізує його за допомогою методів обробки природної мови, здійснює семантичне моделювання та перетворює отриману інформацію на SQL-запит або API-виклик [3]. Завдяки цьому процес доступу до даних стає інтерактивним та інтелектуально адаптивним, а користувач отримує

результат у вигляді структурованої вибірки без необхідності ручного формулювання складних інструкцій.

Ключовою перевагою такого підходу є гнучкість: ШІ-агенти здатні формувати не лише фіксовані результати, а й адаптивні набори даних, які враховують контекст та цілі користувача. Наприклад, замість статичного звіту у вигляді таблиці ШІ-агент може надати агреговані дані, візуалізації або динамічні зрізи інформації залежно від запиту.

У ході дослідження було реалізовано оркестровану агентну систему на основі фреймворку LangChain, яка забезпечує можливість трансформації семантичних запитів природною мовою у формалізовані SQL-інструкції та автоматизоване отримання вибірок даних із HRM системи. Архітектура рішення побудована за принципом багатоагентної оркестрованої взаємодії, та включає декілька функціонально спеціалізованих ШІ-агентів, які взаємодіють між собою через оркестратор, реалізований у фреймворку LangChain. Така архітектура забезпечує модульність, масштабованість та можливість поступового розширення функціоналу залежно від потреб дослідження чи практичного впровадження.

Функціональними компонентами агентної системи є:

1. Оркестратор запитів. Цей агент виконує роль координатора, який приймає запит користувача звичайною мовою, визначає логіку його обробки та формує і делегує підзадачі іншим агентам. Він відповідає за планування процесу, вибір послідовності дій і контроль результатів кожного етапу. Оркестратор виступає центральним елементом, що забезпечує цілісність роботи всієї системи.
2. Семантичний агент. Задача цього агента полягає у проведенні лінгвістичного аналізу вхідного запиту та його перетворенні у формалізоване семантичне представлення. Для цього використовуються методи Natural Language Processing (NLP), зокрема визначення інтенцій (Intent detection), розпізнавання сутностей (Named Entity Recognition) та семантична векторизація (Embeddings). Агент також звертається до доменної онтології HRM-системи, що дозволяє інтерпретувати галузеві терміни (наприклад, «продуктивність команди», «завершений спринт»).
3. Агент генерації SQL-запитів. Цей агент отримує формалізований опис інформаційних потреб від семантичного агента та трансформує його у валідний SQL-запит. Він перевіряє узгодженість зі схемою бази даних HRM-системи, враховує наявність обмежень доступу та адаптує структуру запиту до вимог структури бази даних HRM системи. Крім того, агент здатний оптимізувати SQL-конструкції, використовуючи індекси й реляційні зв'язки, щоб підвищити ефективність та швидкість виконання.
4. Агент виконання та інтеграції даних. Побудований SQL-запит передається цьому агенту, який виконує його у СУБД HRM-системи. Отримані дані можуть мати різну структуру та формат, тому агент відповідає за їх нормалізацію, усунення дублювання й узгодження схем даних. За потреби агент інтегрує результати з кількох джерел (наприклад, поєднання даних HRM з економічними метриками з ERP) у єдину вибірку.
5. Агент аналітики та звітності. Завдання цього агента полягає у формуванні підсумкових структурованих результатів. Він агрегує дані за календарними параметрами (тиждень, місяць, квартал, півріччя, рік), розраховує економічні показники (вартість реалізованих завдань, продуктивність відносно бюджету, маржинальність), а також будує інтегровані звіти за проектними командами. Крім того, агент може готувати дані у форматах, придатних для візуалізації інструментах бізнес аналізу (Power BI) та інтеграції з CRM/ERP.
6. Агент зворотного зв'язку та донавчання. Цей агент реалізує механізм удосконалення системи на основі взаємодії з користувачем. Якщо результати вибірки не задовольняють інформаційні потреби, агент аналізує корекції запитів та формує дані для донавчання моделей. Використовуються принципи reinforcement learning with human feedback (RLHF), що дозволяє поступово підвищувати точність і релевантність роботи системи.

Таким чином, структура реалізованої системи являє собою багаторівневу ієрархію агентів із чітким розподілом функцій: від інтерпретації семантичного запиту до формування інтегрованих аналітичних звітів. Завдяки використанню LangChain оркестрація цих агентів реалізована як керований ланцюжок дій, де кожен компонент може бути повторно використаний, модифікований або доповнений новими модулями.

Результатом роботи системи є суттєве зменшення залежності менеджерів різних ланок, та аналітиків від програмістів у процесі отримання даних. Використання LangChain як базового

фреймворку забезпечило модульність і розширюваність рішення, що дає змогу інтегрувати додаткові агенти, наприклад, для візуалізації результатів чи прогнозування ефективності на основі історичних даних. У підсумку створене рішення не лише демонструє практичну реалізацію агентного штучного інтелекту для задач формування SQL-запитів, але й відкриває нові можливості для інтелектуальної автоматизації управлінських процесів у проектних ІТ-командах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yingtian Mei, Yucong Duan. Bidirectional Semantic Communication Between Humans and Machines Based on Data, Information, Knowledge, Wisdom, and Purpose Artificial Consciousness, Journal of Applied Sciences, 2025. Доступно: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/3/1103> (Дата доступу: 10.08.2025)
2. Ranjan Sapkota, Konstantinos I. Roumeliotis, Manoj Karkee. AI Agents vs. Agentic AI: A Conceptual Taxonomy, Applications and Challenges, Information Fusion, 2025. Доступно: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253525006712> (Дата доступу: 10.08.2025)
3. V.Botti. Agentic AI and Multiagentic: Are We Reinventing the Wheel?, 2025. Доступно: <https://arxiv.org/pdf/2506.01463> (Дата доступу: 10.08.2025)

УДК 004.8

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МОБІЛЬНИХ ІГРАХ: ГЕНЕРАЦІЯ КОНТЕНТУ, АДАПТИВНА СКЛАДНІСТЬ І ПОВЕДІНКА NPC

ВДОВЕНКО Д.О., СЕДИХ О.Л. (dmitryvdvnk@gmail.com, olgased@ukr.net)
Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто застосування технологій штучного інтелекту в мобільних іграх. Визначені основні напрями розвитку: генерація ігрового контенту, динамічне налаштування складності та інтелектуалізація поведінки неігрових персонажів. Показано, що використання інструментів Unity ML-Agents, Unreal Engine Behavior Trees та Apple GameplayKit дозволяє підвищити персоналізацію та варіативність ігрового процесу.

Вступ. Мобільна ігрова індустрія сьогодні переживає активну трансформацію завдяки впровадженню технологій штучного інтелекту. На відміну від класичних сценарних рішень, які мають обмежену гнучкість, сучасні ШІ-моделі дозволяють підлаштовувати ігровий процес під індивідуальний стиль користувача. Це проявляється у створенні нового контенту «на льоту», динамічному балансуванні рівня складності та розробці більш реалістичної поведінки неігрових персонажів (NPC). Особливо важливо це для мобільних платформ, де успіх гри безпосередньо залежить від швидкості занурення та різноманітності механік.

Основна частина. Одним із ключових напрямів є *procedural content generation (PCG)* — технологія, що дозволяє автоматично створювати карти, завдання чи об'єкти. Це звільняє розробників від потреби вручну проєктувати кожен рівень і дає змогу формувати практично безмежний ігровий світ. Яскравими прикладами є Minecraft PE чи Rogue Adventure, де кожна нова сесія пропонує унікальний простір. У таких рушіях, як Unity чи Unreal Engine, подібні можливості реалізуються як за допомогою алгоритмів машинного навчання, так і через генератори, що поєднують випадковість із правилами ігрового дизайну.

Не менш важливим напрямом є *dynamic difficulty adjustment (DDA)* — підхід, що дозволяє ігровій системі самостійно підлаштовувати рівень викликів під здібності гравця. Якщо користувач часто програє, гра може спростити завдання (наприклад, зменшити кількість супротивників чи зробити їх повільнішими). У випадку високої майстерності — навпаки, складність поступово зростає. У Unity такі механізми реалізуються завдяки ML-Agents, які дозволяють агентам навчатися у процесі взаємодії з гравцем [1].

Штучний інтелект значно розширює можливості NPC. Якщо раніше вони діяли за жорстко прописаними інструкціями, то тепер персонажі можуть:

- змінювати тактику у відповідь на стратегії гравця;
- демонструвати несподівані реакції;
- взаємодіяти між собою (наприклад, утворювати команди чи змагатися);
- запам'ятовувати попередні події.

В Unreal Engine ці можливості забезпечуються через Behavior Trees та AI Controllers, а в iOS-додатках — завдяки фреймворку GameplayKit, що підтримує машинні стани й стратегічне планування [2, 3].

Окрім основних напрямів, ШІ застосовують для:

- автоматичної озвучки озвучування персонажів завдяки синтезу мовлення;
- визначення настрою гравця через аналіз голосу чи зображення з камери;
- побудови унікальних сюжетних ліній, що враховують особисті дії користувача.

Отже, ігровий процес стає більш інтерактивним і непередбачуваним, а кожна сесія — індивідуальною.

Висновки. Застосування штучного інтелекту в мобільних іграх відкриває нові перспективи для ігрової індустрії. Автоматична генерація контенту, підлаштування складності та розвиток інтелекту NPC вже зараз формують основу ігор нового покоління. Використання таких інструментів, як Unity, Unreal Engine та GameplayKit, дозволяє знизити витрати на виробництво, підвищити різноманітність геймплею й утримати інтерес користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Unity Technologies, *Unity Machine Learning Agents Toolkit (ML-Agents)*. [online] GitHub. Available: <https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents>
2. Epic Games, *Behavior Trees in Unreal Engine*. [online] Available: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/behavior-trees-in-unreal-engine>
3. Apple, *GameplayKit Documentation*. [online] Available: <https://developer.apple.com/documentation/gameplaykit>

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ І МАШИННЕ НАВЧАННЯ В ІГРОВИХ СИСТЕМАХ

ВЛАСЮК¹ Д. В., РОМАНЮК¹ О.Н. (rom8591@gmail.com), КОТЛИК² С.В.

¹ Вінницький національний технічний університет

² Одеський національний технологічний університет

Розглянуто використання генеративного штучного інтелекту та машинного навчання у якості допоміжного інструменту у комп'ютерних іграх та інших видах розваг.

У сучасному цифровому просторі комп'ютерні ігри перестали бути лише формою розваги — вони стали потужним інструментом комунікації, навчання і моделювання реальності. Розвиток штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН) кардинально змінив підхід до геймдизайну. В ігрових продуктах дедалі частіше впроваджуються алгоритми, що дозволяють досягти гнучкого управління поведінкою персонажів, адаптації сюжету під дії гравця, а також автоматичної генерації віртуального середовища.

ШІ забезпечує новий рівень непередбачуваності, що має ключове значення для підтримання зацікавленості гравця. У традиційних іграх вибір гравця обмежений заздалегідь визначеними сценаріями. Як наслідок, при повторному проходженні гравець заздалегідь знає всі варіанти реакцій та наслідків, що знижує інтерес. Натомість генеративні моделі здатні продукувати унікальні відповіді, завдання і реакції щоразу наново, забезпечуючи неповторність кожної сесії гри.

Прикладом масштабного використання ШІ є гра No Man's Sky, де реалізовано процедурну генерацію понад 18 трильйонів планет із власною екосистемою, кліматом, рельєфом та флорою. Створення такого всесвіту вручну було б неможливим, тому автоматизація за допомогою PCG (procedural content generation) є необхідною технологією [1].

У геймдеві все активніше використовуються методи, що дозволяють NPC (неігровим персонажам) адаптуватися до гравця, формувати діалоги та змінювати сюжетні гілки. У грі Watch Dogs: Legion NPC мають власну історію, яка еволюціонує відповідно до вибору користувача. Це створює ефект живого світу, де гравець не просто впливає на оточення, а й отримує зворотний зв'язок від системи [2].

Важливою складовою інтелектуальних систем в іграх є механізм DDA (Dynamic Difficulty Adjustment). Його суть полягає у динамічному налаштуванні складності під рівень гравця. Так, якщо користувач часто помиляється або затримується на певній ділянці, гра може автоматично зменшити кількість ворогів, збільшити запас ресурсів або змінити поведінку суперників. У грі Left 4 Dead реалізовано систему AI Director, яка регулює появу ворогів та інтенсивність подій для збереження ігрового балансу [3]. Подібні механізми допомагають зробити гру приємною як для новачків, так і для досвідчених геймерів.

Інтелектуальна поведінка супротивників у шутерах є ще одним напрямом розвитку ІІІ. У грі F.E.A.R. вороги координують атаки, використовують укриття, обходять гравця з флангів і змінюють тактику в реальному часі [3]. Це реалізується через поведінкові дерева, планувальники та автоматні моделі. Завдяки цьому бої стають менш шаблонними, а сам ігровий процес — більш напруженим і реалістичним.

Особливу увагу розробники приділяють системам глибокого навчання. Унікальним прикладом є агент AlphaStar від DeepMind, який досяг рівня Grandmaster у грі StarCraft II. У процесі тренування система проаналізувала мільйони ігор і змогла побудувати стратегії, що перевищують людські можливості [4]. Аналогічно, OpenAI Five переміг професійних гравців у Dota 2, продемонструвавши здатність до командної координації та стратегії [5].

ІІІ застосовується і в побудові діалогових систем. Гра Facade (2005) стала першою, де NPC відповідали на текстові репліки гравця, реагуючи на контекст і змінюючи сюжетну лінію [6]. Сучасні моделі, засновані на великих мовних мережах, дозволяють створювати ще глибші системи комунікації. У проектах нового покоління, таких як Inworld.ai чи Charisma.ai, NPC ведуть осмислені розмови, мають пам'ять і змінюють свою поведінку залежно від попередніх контактів з гравцем.

В іграх з відкритим світом, таких як Red Dead Redemption 2 або The Elder Scrolls V: Skyrim, NPC діють за власними графіками, реагують на час доби, погодні умови, дії гравця. Подібна поведінка реалізується через складні системи сценаріїв і адаптивні алгоритми [3]. Такий рівень симуляції дозволяє гравцеві повністю зануритися у віртуальний світ, де його дії мають довготривалі наслідки.

Новітні підходи до побудови ігрового сюжету включають генерацію квестів і місій на основі моделей машинного навчання. Завдання можуть формуватися в реальному часі з урахуванням індивідуального стилю гри, прийнятих рішень і попереднього досвіду. Таким чином, гра адаптується до користувача, створюючи відчуття персоналізованої пригоди. У перспективі можливе впровадження алгоритмів, що створюють не лише сюжет, а й саундтрек, звуковий супровід, емоційний фон на основі реакції гравця.

Вже зараз у деяких інді-проектах інтегруються GPT-подібні моделі, які дозволяють створювати унікальні, варіативні історії. Це зменшує потребу у великій кількості сценаристів і художників, водночас підвищуючи гнучкість розробки.

Тким чином, штучний інтелект і машинне навчання стають рушіями розвитку індустрії комп'ютерних ігор. Вони дозволяють розробникам створювати гнучкі, адаптивні, масштабовані світи з динамічними сюжетами та інтелектуальними NPC. Впровадження таких технологій забезпечує новий рівень взаємодії між гравцем і грою. Ігровий світ більше не є статичним — він змінюється у відповідь на кожне рішення гравця, роблячи досвід глибшим і більш індивідуальним. Надалі ці технології можуть бути застосовані не лише в розвагах, а й у навчальних симуляціях, віртуальних тренінгах, психологічних дослідженнях і моделях поведінки. ІІІ вже сьогодні виступає не лише як інструмент реалізації сценарію, а як його повноцінний співавтор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Acer Corner, “Dynamic Difficulty: Exploring Adaptive AI in Video Games,” [Електронний ресурс]. Доступно: <https://blog.acer.com/en/discussion/1594/dynamic-difficulty-exploring-adaptive-ai-in-video-games>
- [2] ArtIntelly, “Як генеративні нейромережі змінюють досвід гравців і майбутнє геймдева,” [Електронний ресурс]. Доступно: <https://artintelly.com.ua/artificial-intelligence-altering-game/>
- [3] РБК-Україна, “Як ШІ змінить ігри в майбутньому – прогнози,” [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.rbc.ua/rus/stylar/k-shi-pereverne-igrovu-industriyu-nayblizhchi-1741279207.html>
- [4] O. Vinyals et al., “Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning,” *Nature*, vol. 575, pp. 350–354, 2019. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1724-z>
- [5] OpenAI, “Dota 2 with Large Scale Deep Reinforcement Learning,” arXiv:1912.06680, 2019. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1912.06680>
- [6] Modl.ai, “The Nemesis System of Shadow of Mordor,” [Електронний ресурс]. Доступно: <https://modl.ai/the-nemesis-system-of-shadow-of-mordor/>

УДК 519.837.98

AI AS A TOOL FOR AUTOMATED CONSTRUCTION OF PUZZLES AND MATHEMATICAL GAMES

DANIIL DOROSHENKO

Oles Honchar Dnipro National University

Introduction. Creating high-quality puzzles and math games has always been a creative and time-consuming process. Authors spend hours developing tasks, finding the optimal level of complexity, checking the correctness of solutions, and building an interesting game scenario. When it comes to large-scale educational projects or commercial games with large content bases, manually creating each task becomes almost impossible.

The development of artificial intelligence opens up a new approach: automating the generation of tasks and game levels using search, optimization, and machine learning algorithms. Instead of developing each puzzle “from scratch,” you can teach the system to create tasks with predefined parameters, control their complexity, and even create new, non-standard game scenarios. This approach not only saves resources, but also makes games more dynamic and personalized for each user.

Problem Statement. The field of educational games is actively developing, and the question of content scaling arises. How to create a large number of diverse tasks without losing quality and without excessive expenditure of time and resources? Traditional approaches do not allow you to quickly adapt puzzles to a specific audience or automatically adjust the level of difficulty. The use of artificial intelligence opens up opportunities for automated creation of educational games, where algorithms act as a tool for the designer, editor and analyst at the same time.

Algorithmic approach. Graph theory and search algorithms. Mazes, routes, and pathfinding problems are built on graphs. A* or Dijkstra algorithms allow you to create levels with controlled complexity: by adding vertices and changing connectivity, you can fine-tune the time required to solve the problem.

Constraint Satisfaction Problems (CSP). Numerical puzzles, such as Sudoku or Kakuro, can be described as a system of constraints. The algorithm first generates a completely filled field, and then gradually removes elements, checking that the solution remains unique. SAT or SMT solvers are used for this.

Evolutionary algorithms. Problem generation through an evolutionary approach allows you to create “aesthetic” puzzles. For example, problems with combinational logic are optimized for the number of steps or interest for the player.

Generative neural networks. GAN models can analyze large databases of puzzles and create completely new variants with a unique structure that resembles the style of the original problems, but does not repeat them.

Examples.

Sudoku with automatic uniqueness check. The AI generates Sudoku of varying difficulty by adjusting the number of empty cells and the depth of the search tree for the solution. This allows thousands of unique options to be created.

Graph problems for learning algorithms. Computer science students can practice using BFS or DFS on AI-generated mazes. The system adds “traps” or alternative paths to increase the educational value.

AR puzzles for geometry. Using computer vision libraries, 3D problems can be automatically created. The student must construct a given figure from a set of elements placed in virtual space.

Adaptive math tests. If the player quickly solves linear equations, the system immediately offers problems with parameters or more complex systems of equations. The algorithm adjusts the difficulty based on the solution time and the accuracy of the answers.

Advantages of automation

- Fast scaling: hundreds of problem variants in minutes.
- Personalization: levels are adjusted to the knowledge of a particular user.
- Cost reduction: less manual work by authors and editors.
- New forms of content: creation of puzzles that are difficult to invent manually.

Challenges

Despite technological advances, automation does not guarantee the pedagogical effectiveness of tasks. An algorithm can create a correct but uninteresting puzzle, so the participation of teachers in testing and selection is important. Verification systems are also needed to avoid erroneous or “unplayable” levels.

Conclusions

Artificial intelligence is becoming not only a tool for generating content, but also a partner for the developer in the educational process. The use of search algorithms, CSP, evolutionary methods and generative networks allows you to combine mathematical rigor and creativity. In the future, platforms may appear where each user receives a unique set of tasks, optimal for his thinking style, and educational game content is updated automatically.

REFERENCES

1. Alotaibi, O. (2024). New Metaverse Games Based on Artificial Intelligence: A Review. International Journal of Metaverse, 2, 20–32. <https://doi.org/10.54536/ijm.v2i1.3230>
2. Global Games Market Report 2024. (2024). Newzoo. https://best-of-gaming.be/wp-content/uploads/2024/09/2024_Newzoo_Global_Games_Market_Report.pdf
3. Gupta, P. (2024). AI in Gaming: Creating Adaptive and Intelligent Game Environments. <https://fpgainsights.com/artificial-intelligence/ai-in-gaming-creating-adaptive-and-intelligent/>
3. . Kaidan N., Taranenko G. Motivation of the educational process by means of gamification: collection of scientific works of the Faculty of Physics and Mathematics of the DSU. Issue 13. pp. 74–78.
4. Urwin, M. (2023). Artificial Intelligence in Gaming (and 11 AI Games to Know). <https://builtin.com/artificial-intelligence/ai-games>

ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ АІ ЯК НАРАТИВНОГО ІНСТРУМЕНТА

ЗАІЧЕНКО Ю.П. (yuliia.zaichenko@student.karazin.ua)

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

У тезі проведено комплексний аналіз використання штучного інтелекту як наративного інструмента в ігрових системах. Розглянуто можливості процедурної генерації контенту, адаптивної складності та динамічного сюжетотворення. Визначено основні етичні ризики — від алгоритмічної упередженості й маніпуляцій емоціями гравців до проблем авторського права й прозорості роботи моделей. Запропоновано рекомендації щодо маркування АІ-контенту,

контролю якості генерації та впровадження механізмів відповідальності розробників, що сприятиме створенню безпечного й інклюзивного ігрового середовища.

Сучасний розвиток технологій штучного інтелекту (AI) радикально змінює підхід до створення наративів у цифрових середовищах, зокрема в ігрових системах. Якщо ще недавно сюжет ігрового продукту був статичним і визначався сценаристами до моменту релізу, то нині генеративні моделі дозволяють створювати динамічні історії, адаптивні діалоги та процедурно генерований контент, що змінюється в режимі реального часу залежно від дій гравця [1]. Це підвищує рівень залученості, створює унікальний досвід і розширює можливості для експериментів у геймдизайні. Водночас стрімке впровадження таких технологій ставить гострі етичні питання, які потребують комплексного аналізу.

Проблема полягає у відсутності чітких стандартів і регламентів використання AI як наративного інструмента. Відеоігри давно перестали бути лише розвагою — вони перетворилися на потужні платформи для соціальної комунікації, навчання, формування ідентичностей і навіть політичної агітації [2]. Неконтрольоване застосування генеративних моделей здатне впливати на сприйняття реальності, створювати ілюзію достовірності вигаданих подій, формувати упереджені образи та нав'язувати гравцям певні цінності або моделі поведінки. Алгоритмічна упередженість, що виникає через використання нерепрезентативних даних для навчання, може призводити до відтворення соціальних стереотипів і дискримінаційних наративів [5]. Також відкритим залишається питання авторського права: навчання моделей на комерційному контенті відбувається без дозволу правовласників, а результати генерації іноді повторюють існуючі ідеї, стилі й навіть конкретні твори [6].

Метою дослідження є розробка етичних принципів використання AI у створенні наративів для ігрових систем, що дозволить зберегти баланс між інноваціями, творчою свободою розробників і безпекою гравців. Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання: проаналізувати сучасні інструменти AI, які застосовуються у геймдеві (процедурна генерація контенту, генерація діалогів, системи адаптивної складності); ідентифікувати основні ризики, пов'язані з маніпуляцією емоційним станом гравців, формуванням залежності та поширенням токсичного контенту; розглянути приклади позитивного й проблемного застосування AI у відомих ігрових проєктах; сформулювати набір рекомендацій щодо прозорості, підзвітності та безпеки, який можна інтегрувати у галузеві стандарти [3], [7].

У ході дослідження було встановлено, що головними перевагами застосування AI є персоналізація ігрового досвіду, зростання реіграбельності, автоматизація рутинних завдань для сценаристів і дизайнерів, можливість швидко створювати величезні світи з багатою наративною структурою [8]. Разом із тим виявлено, що ризики також значні: від відтворення упереджених образів і поширення дезінформації до створення непередбачуваних сценаріїв, що можуть провокувати небажану поведінку гравців або порушувати етичні норми [9]. Особливу увагу приділено ризикам прихованого впливу на гравців через персоналізовані наративи, які можуть формувати певні політичні або комерційні вподобання без усвідомлення цього самим користувачем.

Запропоновано низку етичних принципів, що мають стати основою для відповідального використання AI у геймдеві: прозорість (обов'язкове маркування контенту, згенерованого моделями); підзвітність (визначення відповідальних за сценарні рішення, створені AI); аудит алгоритмів (перевірка на наявність упередженості й шкідливих патернів поведінки); захист приватності гравців (обмеження збору персональних даних та їх використання лише зі згоди користувачів); обмеження маніпулятивних практик (заборона прихованої реклами чи пропаганди без чіткої позначки джерела) [4]. Також рекомендовано інтегрувати освітні ініціативи, що підвищують медіаграмотність гравців і дозволяють їм критично оцінювати контент, створений AI [8].

Висновки дослідження підкреслюють необхідність багаторівневого підходу: технічного (розробка етичних фільтрів і модулів безпеки, інтегрованих у рушії ігор), нормативного (створення галузевих і державних стандартів) та культурного (формування етичної культури серед розробників і гравців). Лише поєднання цих елементів дозволить перетворити AI з потенційного джерела ризику на інструмент розвитку ігор, що сприяють креативності, критичному мисленню та соціальній взаємодії [10].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] B. Mittelstadt et al., "The Ethics of Algorithms: Mapping the Debate," Big Data & Society, vol. 3, no. 2, pp. 1–21, 2016.
- [2] L. Floridi and J. Cows, "A Unified Framework of Five Principles for AI in Society," Harvard Data Science Review, 2019.
- [3] UNESCO, "Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence," 2021.
- [4] European Parliament and Council, "Artificial Intelligence Act," 2024.
- [5] S. Jobin, "Conceptualizing AI Ethics: A Toolkit for Research and Practice," AI & Society, vol. 36, no. 2, pp. 1–15, 2021.
- [6] T. Hagendorff, "The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines," Minds and Machines, vol. 30, pp. 99–120, 2020.
- [7] N. Shaker et al., Procedural Content Generation in Games: A Textbook and an Overview of Current Research. Springer, 2016.
- [8] J. Togelius, G. Yannakakis, "AI in Games: From Players to Game Masters," AI Magazine, vol. 42, no. 2, pp. 7–18, 2021.
- [9] I. Goodfellow et al., Deep Learning. MIT Press, 2016.
- [10] OECD, "AI Principles: Recommendations of the Council on Artificial Intelligence," 2019.

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ІГРОВИХ РІВНІВ

КАПЛЯ Г.О. (georgkaplya@gmail.com)

БАБАКОВ Р.М. (r.babakov@donnu.edu.ua)

Донецький національний університет імені Василя Стуса

В роботі на конкретних прикладах розглядаються підходи до застосування штучного інтелекту для генерації ігрових рівнів (карт) в комп'ютерних іграх. Аналізуються відмінності між процедурною генерацією рівнів та генерацією із використанням штучного інтелекту.

В ігровій індустрії існують проекти, в яких ігровий світ під час кожного нового проходження генерується наново, що дозволяє гравцеві отримати новий досвід при кожному повторному проходженні гри. Прикладами таких ігор є представники жанру «roguelike» («Dead Cells», «The Binding of Isaac»), а також пригодницькі «пісочниці» («Minecraft», «Terraria»). В подібних іграх зазвичай застосовують процедурну генерацію рівнів, причому використовувані алгоритми мають фіксовані правила та елементи випадковості. Однак при повторних проходженнях гри досвід стає шаблонним для досвідченого гравця через обмеженість правил і повторювані патерни. Саме тут штучний інтелект може внести якісні зміни: навчитися генерувати більш різноманітний та осмислений контент, адаптувати складність під конкретного гравця та надавати дійсно новий ігровий досвід.

На відміну від процедурної генерації, при якій програміст прописує набір правил і додає елементи випадковості, генерація за допомогою ШІ працює принципово інакше. Модель ШІ не отримує готові правила – вона «витягує» їх з наданих їй наборів даних під час навчання [1]. Тому запорукою успіху стає створення якісного датасету. Його можна сформувати в різний спосіб: використовувати карти і рівні, створені спільнотою гравців; брати рівні з попередніх частин проєкту; генерувати початкову базу даних процедурною генерацією; залучити геймдизайнерів до ручного створення тренувальних прикладів. Кожен підхід має свої переваги і недоліки. Карти, отримані від ігрової спільноти, забезпечують різноманітність стилів і підходів, дизайнерські приклади гарантують «правильний» геймплей з точки зору механік, а процедурно згенерований

датасет дозволяє швидко масштабувати обсяг даних, хоча й ризикує закласти в модель ті самі шаблони, від яких ми намагаємося відійти.

Хоча генерація за допомогою ШІ реалізується значно складніше за процедурну, вона потенційно дозволяє виконувати завдання, недоступні для звичайних алгоритмів. В якості прикладу розглянемо гру «No Man's Sky», у якій гравець досліджує космос розміром понад 18 квінтильйонів планет. Це колосальне число викликало неабияку цікавість гравців до проєкту, однак після виходу гри з'ясувалось, що більшість планет порожні та одноманітні через обмеження процедурної генерації. Це стало однією з причин провального старту гри [2]. У даному випадку ШІ міг би кардинально змінити ситуацію. Замість випадкових масивів трави й скель навчена модель могла б розробляти локальні та функціонуючі екосистеми, генеруючи унікальних тварин та рослини, що взаємодіють між собою, і які гравцям було б дійсно цікаво досліджувати, а не просто сканувати.

Іншим прикладом використання ШІ у генерації ігрових рівнів є гра «Minecraft». Хоча процедурна генерація світу в цій грі працює добре і цілком влаштовує гравців, однак місцеві підземелля та храми виглядають радше як декоративні будівлі з ресурсами всередині, а не як споруди, що кидають виклик. У такій грі було б доречно зробити модифікацію, у якій навчити ШІ використовувати певні ігрові механіки, наприклад, редстоун. Це дозволило б створювати унікальні пастки та логічні головоломки всередині генерованих структур. Крім того, ШІ міг би писати локальні історії у книгах, які знаходять гравці, що значно підсилило б атмосферу та дух пригод.

Останнім часом багато великих компаній намагаються робити «ігри для всіх», через що виникає проблема балансу складності: досвідченим гравцям гра швидко набридає, а початківців відлякує своєю складністю. Вирішення цієї проблеми за допомогою ШІ вже пропонувалося у грі «Left 4 Dead» від Valve, де так званий «AI Director» мав підлаштовувати складність, змінюючи розташування та кількість ворогів [3]. Хоча ця функція реально існувала, вона була більше маркетинговим ходом, оскільки це був спеціальний алгоритм, а не ШІ, тому сама ідея застосування ШІ залишається актуальною. Сучасний ШІ може вивести цей підхід на новий рівень: аналізуючи стиль гри в реальному часі, він може не просто змінювати кількість супротивників, а й динамічно перебудовувати частини рівня, генерувати нові унікальні пастки або навіть змінювати маршрути, створюючи персоналізований ігровий рівень, який триматиме у напрузі будь-якого гравця.

Отже, використання штучного інтелекту відкриває нові горизонти для генерації контенту в ігровій індустрії. ШІ потенційно здатен вирішити проблеми, недоступні для традиційної процедурної генерації, як-от створення осмислених і динамічних ігрових світів, що адаптуються під гравця. Однак, через значно вищу складність і вартість розробки, штучний інтелект у найближчому майбутньому навряд чи стане повною заміною процедурній генерації. Скоріш за все, він буде використовуватися як додатковий, більш потужний інструмент для вирішення конкретних завдань, недоступних для звичайних алгоритмічних підходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mao X., Yu W., Yamada K. D., Zielewski M. R. Procedural Content Generation via Generative Artificial Intelligence. arXiv:2407.09013 Дата зведення: 16 вер. 2025р. [Онлайн]. Доступно: <https://arxiv.org/html/2407.09013v1>
2. The Broken Promise Of No Man's Sky And Why It Matters. RockPaperShotgun. Дата зведення: 16 вер. 2025р. [Онлайн]. Доступно: <https://www.rockpapershotgun.com/broken-promises-of-no-mans-sky>
3. 11 Secrets about LEFT 4 DEAD's AI Director and its Procedural Zombie Population. AiGameDev.com. Дата зведення: 16 вер. 2025р. [Онлайн]. Доступно: <https://www.cs.drexel.edu/~so367/teaching/2012/CS680/papers/11%20Secrets%20about%20LEFT%20%20DEAD%e2%80%99s%20AI%20Director%20and%20its%20Procedural%20Zombie%20Population%20%7c%20AiGameDev.com.pdf>

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНОГО БОРГУ В ІГРОВИХ ПРОГРАМНИХ ПРОЄКТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

КРИСІЛІОВ В.А. (krisilov@op.edu.ua), ГАВРИЛОВА К.М.
(havrylova.8864944@stud.op.edu.ua)

Національний університет «Одеська політехніка»

У статті представлено результати розробки програмної системи, призначеної для автоматизованого аналізу технічного боргу в ігрових програмних проєктах. Система базується на поєднанні методів машинного навчання та алгоритмів інтелектуального аналізу коду, що забезпечує виявлення прихованих дефектів та оцінку їх впливу на якість програмного продукту.

Актуальність проблеми. У сучасному геймдизайні швидкий вихід продукту на ринок часто супроводжується накопиченням технічного боргу – спрощень та компромісів у коді, які з часом призводять до зниження продуктивності, збільшення кількості помилок та ускладнення підтримки. Технічний борг часто накопичується непомітно, проявляючись у вигляді прихованих залежностей та спрощень, що ускладнюють розвиток системи [1]. У системах з елементами штучного інтелекту борг має тенденцію зростати швидше, а його наслідки стають критичнішими для продуктивності та надійності [2]. Традиційні методи контролю якості (статичний аналіз, ручне рецензування коду) є трудомісткими та не завжди ефективними. Дослідження також показують, що навіть розробники часто прямо визнають наявність боргу у власному коді (self-admitted technical debt), що створює нові підходи до його автоматичного аналізу [3, 4]. Використання штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процеси виявлення боргу, зменшити ризики та оптимізувати витрати на розробку.

Мета роботи – створення програмної системи, що дозволяє здійснювати аналіз технічного боргу в ігрових програмних проєктах із застосуванням алгоритмів машинного навчання та методів класифікації дефектів.

Основна частина. Розроблена програмна система для аналізу технічного боргу в ігрових програмних проєктах має модульну архітектуру, що забезпечує простоту масштабування та адаптації до нових вимог. Її побудова здійснена на основі принципів розподілення відповідальності між компонентами, що дозволяє виконувати збір, попередню обробку, аналіз і візуалізацію даних у межах єдиної інтегрованої платформи.

У системі передбачено чотири основні рівні:

1. **Рівень збору даних.** Забезпечує інтеграцію з системами контролю версій (GitHub, GitLab), журналами виконання та репозиторіями відкритого коду. На цьому етапі здійснюється вилучення історії комітів, змін у коді та логів виконання, що дозволяє сформувати повну картину розвитку програмного проєкту. Особливу увагу приділено саме ігровим рушіям (Unity, Unreal Engine), де накопичення технічного боргу має безпосередній вплив на продуктивність та стабільність ігрового процесу.

2. **Рівень попередньої обробки.** Дані зберігаються у реляційній базі SQLite та додатково структуруються за допомогою JSON-схем. У процесі підготовки даних застосовуються методи нормалізації, видалення дублікатів, фільтрації некоректних записів і виділення ключових ознак, що характеризують технічний борг: частота комітів із помилками, кількість повторних змін одного й того ж модуля, наявність «застарілих» фрагментів коду, порушення принципів SOLID тощо.

3. **Рівень машинного навчання.** У цьому компоненті реалізовано кілька алгоритмів: Random Forest, SVM, XGBoost і багатошарові нейронні мережі. Вибір моделі здійснюється залежно від типу даних і завдання. Наприклад, для виявлення прихованих закономірностей у логах ефективним виявився Random Forest, тоді як для класифікації типів боргу (документаційний, архітектурний, тестовий, кодовий) краще зарекомендували себе нейронні мережі. Для підвищення якості результатів застосовано балансування вибірки за допомогою методу SMOTE, що дозволило зменшити похибку класифікації рідкісних типів боргу.

4. **Рівень візуалізації та взаємодії з користувачем.** Реалізовано веб-інтерфейс, який надає доступ до інтерактивних панелей (дашбордів), де користувач може переглядати розподіл технічного боргу за категоріями, оцінювати динаміку його зростання у часі та аналізувати внесок окремих розробників чи модулів. Для побудови графіків використано бібліотеки Plotly.js, що дозволяють масштабувати візуалізації для великих наборів даних.

Архітектура системи спроектована з опорою на патерни «Фасад» та «Спостерігач», що мінімізує зв'язність між підсистемами, стабілізує зовнішнє API та забезпечує реактивну обробку подій життєвого циклу коду.

Фасад. Центральний компонент `DebtAnalysisFacade` надає уніфіковану точку входу до підсистем збору, попередньої обробки, видобування ознак, моделювання, оцінювання ризиків і звітування. Через методи на кшталт `analyzeRepository(repoId, ref)`, `scoreModule(moduleId)` та `generateReport(runId)` фасад інкапсулює послідовність кроків: (1) інкрементальне завантаження даних із VCS/CI, (2) нормалізацію та дедуплікацію записів, (3) обчислення метрик і векторів ознак, (4) інференс обраної ML-моделі, (5) агрегування показників боргу, (6) публікацію результатів у сховище та дашборди. Така композиція знімає з клієнтів (UI, CLI, CI-джоби) необхідність керувати залежностями між модулями та дає технічні переваги:

- **стабільність контрактів:** зміни у внутрішніх модулях (наприклад, заміна `RandomForest` на `XGBoost`) не потребують змін клієнтського коду;
- **транзакційні межі та ідемпотентність:** повторний запуск аналізу для одного `commitHash` не дублює артефакти;
- **кешування та деградація:** фасад централізовано керує кешами ознак/інференсу і сценаріями *graceful degradation* при часткових збоях;
- **розширюваність:** додавання нового сценарію (наприклад, `analyzeCrashLogs(runId)`) відбувається без модифікації клієнтів, через розширення внутрішньої «оркестрації» фасада.

Спостерігач. Реактивність забезпечує подієва шина `EventBus`, до якої публікуються доменні події з адаптерів інфраструктури: `CommitPushed`, `PullRequestOpened`, `BuildFailed`, `CrashLogDetected`, `HotspotThresholdExceeded`. Підписники (`DebtEstimator`, `HotspotDetector`, `TrendAnalyzer`, `AlertManager`, `DashboardUpdater`) асинхронно обробляють події, оновлюючи оцінки боргу, тренди та візуалізації в реальному часі. Щоб уникати «штормів» подій:

- застосовано **debounce/throttle** для частих подій (серії комітів);
- увімкнено **backpressure** (черга повідомлень у пам'яті або зовнішній брокер) для контрольованого споживання;
- гарантується **at-least-once delivery** із дедуплікацією за ключами (`commitHash`, `pipelineRunId`);
- події **персистуються** для відновлення стану після збоїв і для аудиту/реплікації експериментів.

Узгоджена робота «Фасада» і «Спостерігача» дозволяє поєднати детерміновані, відтворювані пайплайни (через фасадні сценарії) з реактивністю до змін коду та інфраструктури (через подієвий контур). Для великих ігрових репозиторіїв це критично: локальна зміна у підсистемі може негайно тригерити перерахунок метрик «гарячих зон», оновлення дашбордів та емісію попереджень проєкт-менеджеру, водночас зберігаючи відтворюваність експериментів (фіксація версій даних, моделей і конфігурацій у межах фасадної транзакції).

Додатково, така композиція спрощує інтеграцію з DevOps-практиками: події з CI/CD стають тригерами для «воріт якості» (quality gates), а фасад надає синхронні «контрольні» виклики для блокування релізів за перевищенням порогів боргу. У перспективі подієвий контур може бути розширений телеметрією рантайму ігрових білдів (FPS-провали, падіння пам'яті), що замикає цикл «код → борг → експлуатаційні ризики» і покращує прогнозування інцидентів.

У ході експериментального дослідження було сформовано корпус з понад 50 ігрових проєктів з відкритим вихідним кодом. На їх основі створено навчальні та тестові вибірки для моделей. Результати показали, що застосування нейронних мереж дозволяє досягати точності класифікації технічного боргу на рівні 87–90 %, у той час як `Random Forest` забезпечує більш

збалансовані результати для різних категорій боргу з точністю близько 84 %. У порівнянні зі стандартними статичними аналізаторами (SonarQube, PMD) запропонована система виявляє на 25–30 % більше випадків прихованого боргу, що підтверджує її ефективність для геймдеву.

Особливо важливим є аналіз технічного боргу в динаміці. Система дозволяє будувати часові ряди накопичення боргу й оцінювати вплив критичних змін у кодовій базі на стабільність гри. Наприклад, у кількох протестованих проєктах було зафіксовано, що зростання архітектурного боргу на ранніх етапах корелює з кількістю аварійних завершень гри на етапі тестування. Це свідчить про можливість використання системи як інструмента прогнозування ризиків і підвищення якості програмних продуктів.

Крім практичних результатів, система має і дослідницький потенціал. Вона може застосовуватися для порівняння ефективності різних моделей машинного навчання, дослідження динаміки боргу у залежності від методології розробки (Agile, Scrum, Kanban) та оцінки впливу технічного боргу на життєвий цикл ігрових продуктів. Це відкриває перспективи інтеграції з освітніми курсами, зокрема для студентів спеціальностей «Інженерія програмного забезпечення» та «Комп'ютерні науки», які можуть використовувати систему як лабораторний інструмент.

У майбутньому планується інтеграція системи з CI/CD-платформами (Jenkins, GitLab CI), що дозволить виявляти технічний борг у режимі реального часу на етапі безперервної інтеграції. Також розглядається можливість поєднання аналізу боргу з методами прогнозування дефектів, що зробить систему універсальним інструментом для підвищення якості ігрового ПЗ.

Висновки. Створена система демонструє потенціал застосування методів штучного інтелекту в аналізі технічного боргу ігрових проєктів. Вона дозволяє зменшити трудові витрати на контроль якості, підвищити продуктивність команди розробників та забезпечити стабільність програмних продуктів у геймдеві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. D. Sculley, G. Holt, D. Golovin, E. Davydov, T. Phillips, D. Ebner, V. Chaudhary, M. Young, J. Crespo, and D. Dennison, "Hidden Technical Debt in Machine Learning Systems," in *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, vol. 28, Montreal, Canada, 2015, pp. 2503–2511. [Online]. Available: <https://papers.neurips.cc/paper/5656-hidden-technical-debt-in-machine-learning-systems.pdf>.
2. G. Recupito, F. Palomba, and F. Khomh, "Technical debt in AI-enabled systems: On the prevalence, severity, and impact of AI technical debt," *Journal of Systems and Software*, vol. 210, no. 111783, pp. 1–20, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112151>.
3. A. Bhatia, F. Khomh, B. Adams, and A. E. Hassan, "An Empirical Study of Self-Admitted Technical Debt in Machine Learning Software," *arXiv preprint arXiv:2311.12019*, 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2311.12019>.
4. F. Pepe, F. Zampetti, A. Mastropaolo, G. Bavota, and M. Di Penta, "A Taxonomy of Self-Admitted Technical Debt in Deep Learning Systems," *arXiv preprint arXiv:2409.11826*, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2409.11826>.

УДК 004.89

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВЕБЗАСТОСУНОК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ NLP ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ

КРІСІЛОВ В.А. (krisilov@op.edu.ua),
 КОВАЛЕНКО Є.О. (zk4599693@gmail.com)
 Національний університет «Одеська політехніка»

У роботі розглянуто розробку інтелектуального вебзастосунок, що використовує методи обробки природної мови (NLP) для автоматизованого порівняння резюме з вакансіями та формування персоналізованих рекомендацій. Система підтримує семантичний аналіз текстів, побудову рейтингу відповідності та генерацію звітів, що підвищує ефективність пошуку роботи. Окрему увагу приділено впровадженню ігрових механік (система досягнень, рівні прогресу,

квести, рейтинги), які підвищують мотивацію користувачів і сприяють інтеграції вебзастосунку в освітні та HR-середовища.

Актуальність проблеми. У сучасних умовах конкуренції на ринку праці якість резюме визначає шанси кандидата на працевлаштування. Проте більшість здобувачів роботи мають труднощі зі структурою документа, виділенням ключових компетенцій та адаптацією під конкретні вакансії. Це обґрунтовує потребу у створенні інтелектуальних систем, що здатні автоматично аналізувати зміст резюме та вакансій із застосуванням методів обробки природної мови (NLP).

Мета роботи – розробка вебзастосунку, який забезпечує автоматизоване порівняння резюме з вакансіями, оцінку їхньої відповідності та формування персоналізованих рекомендацій для пошукачів роботи.

Основна частина. Розроблений інтелектуальний вебзастосунок функціонує на основі методів обробки природної мови (NLP), що забезпечують комплексний аналіз текстових документів. Система підтримує завантаження файлів у форматах PDF, DOCX, TXT та автоматично виконує їх парсинг, перетворюючи дані у структурований вигляд. Це дозволяє виділяти основні розділи резюме (освіта, досвід, навички) та зіставляти їх з описами вакансій.

Для аналізу змісту використано алгоритми TF-IDF, що дозволяють визначати частотність термінів у тексті та порівнювати їх із вимогами вакансій. Однак ключовим елементом є семантичний аналіз: за допомогою моделей Word2Vec, FastText та сучасних трансформерів (BERT, RoBERTa) система розпізнає не лише буквальні збіги, а й семантичні еквіваленти. Наприклад, якщо у вакансії зазначено «software engineer», а у резюме – «developer», система визначає їхню близькість у контексті та не занижує рейтинг відповідності. Це особливо важливо для подолання бар'єру термінологічних відмінностей між роботодавцями та кандидатами.

Окремим етапом є обчислення інтегрального показника відповідності резюме вакансії. На його основі користувач отримує звіт, який містить:

- відсотковий рейтинг відповідності;
- список збігів між навичками та вимогами;
- виявлені прогалини (відсутні ключові слова, компетенції, досвід);
- персоналізовані рекомендації щодо вдосконалення документа.

Рекомендаційний модуль формує поради у трьох категоріях: **змістові** (додати чи уточнити навички), **структурні** (змінити логіку викладу або оформлення розділів), **стилістичні** (переформулювати речення для кращого проходження ATS-систем). Окрім цього, реалізовано можливість автоматичного створення альтернативних версій резюме під різні вакансії. Це дає змогу кандидатам швидко адаптуватися до вимог роботодавців, підвищуючи ефективність пошуку роботи.

Архітектурні рішення вебзастосунку поєднують клієнт–серверну модель із мікросервісною архітектурою. Це дозволяє масштабувати окремі модулі (наприклад, NLP-аналіз), не зачіпаючи решту системи. Вебінтерфейс реалізовано у вигляді адаптивного дизайну, що забезпечує зручність роботи з різних пристроїв. Підтримується багатомовність, зокрема українська та англійська, що розширює коло потенційних користувачів.

Особливої уваги заслуговує інтеграція з ігровими системами та застосування принципів гейміфікації. У платформу можуть бути вбудовані **ігрові механіки**:

- система досягнень і балів за успішне покращення резюме [1];
- «рівні» прогресу користувача залежно від якості документа [2];
- рекомендації у формі «квестів» (наприклад, «додайте сертифікацію», «уточніть проєктний досвід»), що стимулюють поступове вдосконалення [3];
- рейтинги й таблиці лідерів для студентських чи корпоративних груп, що мотивують до взаємної конкуренції [4].

Однією з ключових ігрових механік у запропонованому вебзастосунку є система досягнень, яка дозволяє користувачам отримувати бали за кожну вдосконалену версію резюме. Наприклад, додавання відсутніх компетенцій, оптимізація стилю чи підвищення відсотка відповідності вакансії автоматично нараховує бонуси. Це створює ефект винагороди, що мотивує до повторного використання системи та підвищує рівень залученості користувачів. Крім того, накопичені бали

можуть конвертуватися у внутрішні «бейджі» чи сертифікати, що надають додаткову цінність для студентів і молодих фахівців.

Ще однією мотиваційною складовою є система «рівнів», де кожен користувач поступово піднімається від базового до експертного рівня залежно від якості свого резюме. Наприклад, початковий рівень може відображати наявність лише базових даних, середній – структуроване та грамотно оформлене резюме, а високий – документ, що максимально відповідає вимогам вакансій і проходить ATS-фільтри. Такий підхід дозволяє відслідковувати особистий прогрес і перетворює процес вдосконалення резюме на своєрідну гру з досягненням цілей.

Система рекомендацій може бути реалізована у формі «квестів», де кожне завдання має вигляд конкретної дії: «додайте сертифікацію», «уточніть опис проєктного досвіду», «розширте перелік навичок». Виконання таких завдань супроводжується візуальним прогресом: наприклад, індикатором завершення «місії». Це перетворює процес редагування резюме на захоплюючу взаємодію, де користувач поступово виконує серію завдань, наближаючись до фінальної мети — ідеально підготовленого резюме. Такий формат підвищує інтерес до процесу та робить його менш рутинним.

Додатковим елементом гейміфікації може стати впровадження рейтингів і таблиць лідерів. Наприклад, студенти однієї групи або учасники корпоративного тренінгу можуть порівнювати свої результати: відсоток відповідності резюме вакансіям, кількість виконаних «квестів» чи набрані бали за досягнення. Це створює атмосферу дружньої конкуренції, де кожен користувач мотивований вдосконалювати своє резюме, щоб зайняти вищу позицію у рейтингу. Подібний механізм особливо ефективний у навчальному середовищі, адже поєднує індивідуальну роботу над резюме з колективною динамікою змагання.

Крім того, застосунок може бути корисним у навчальних або тренінгових середовищах. Студенти та молоді спеціалісти отримують можливість у напівігровій формі вчитися створювати резюме, адаптувати його під реальні вакансії та отримувати швидкий зворотний зв'язок. Це дозволяє поєднати освітній і рекреаційний аспекти, а також забезпечує новий рівень взаємодії у сфері підготовки до працевлаштування.

У перспективі платформа здатна інтегруватися з елементами **серйозних ігор** (serious games), де симулюється процес співбесіди чи відбору кандидатів. Користувач може «грати» роль претендента, система генерує сценарії запитань роботодавця, а якість відповідей оцінюється на основі попереднього аналізу резюме. Такий підхід сприяє розвитку не лише технічних, а й комунікативних навичок пошукача роботи.

Отже, розширений функціонал інтелектуального вебзастосунку, поєднаний із методами NLP та ігровими механіками, формує інноваційне рішення, яке одночасно вирішує прикладні завдання (пошук роботи, підготовка резюме) та відкриває перспективи для досліджень у сфері гейміфікації й освітніх ігор.

Висновки. Розроблений вебзастосунок має потенціал стати ефективним інструментом для пошукачів роботи та HR-фахівців. Його перевагою є поєднання автоматизованого парсингу, семантичного аналізу та формування персоналізованих рекомендацій. Використання сучасних методів NLP забезпечує точність оцінки відповідності резюме вакансії та підвищує шанси кандидатів на успішне працевлаштування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Khaldi, A. Turki, S. Dhouib, and M. Jemni, "Gamification of e-learning in higher education: A systematic review," *Frontiers in Education*, vol. 8, pp. 1–15, 2023. [Online]. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9887250/>
2. S. Mohanty and P. C. Behera, "The Role of Gamification Research in Human Resource Management: A PRISMA Analysis and Future Research Direction," *SAGE Open*, vol. 14, no. 1, pp. 1–17, Jan. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/21582440241243154>
3. S. A. Triantafyllou, A. A. Economides, and G. Samaras, "Gamification in education and training: A literature review," *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, pp. 1–21, Jan. 2025. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11159-024-10111-8>

4. D. Porto, G. Jesus, F. Ferrari, and S. Fabbri, "Initiatives and Challenges of Using Gamification in Software Engineering: A Systematic Mapping," *arXiv preprint arXiv:2011.07115*, pp. 1–16, 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2011.07115>

УДК 004.94:004.421.2

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ СИМУЛЯЦІЇ ФІЗИЧНИХ ЕФЕКТІВ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ У ГЕЙМДИЗАЙНІ

КРИСІЛОВ В.А. (krisilov@op.edu.ua),
ПАНАСЮК А.С. (lucifer.destroy123@gmail.com)
Національний університет «Одеська політехніка»

У статті висвітлено розробку програмної системи PhysiXLab для симуляції фізичних ефектів у механіці ігор. Система дозволяє моделювати ключові фізичні явища (гравітація, зіткнення, тертя, пружність) із візуалізацією в реальному часі та автоматизованим експортом коду мовами Python, JavaScript і C#. Представлено архітектурні особливості та результати тестування системи, що підтверджують її ефективність для інтеграції в ігрові проекти.

Актуальність проблеми. Сучасний геймдизайн вимагає високого рівня реалістичності та інтерактивності. Фізична симуляція стає базовим інструментом для створення ігрового занурення та формування нових механік. Проте навіть відомі рішення на кшталт Bullet Physics [1] чи Box2D [2], які широко застосовуються у сучасному геймдизайні, мають низку обмежень щодо простоти інтеграції та налаштування, що ускладнює їхнє використання невеликими командами розробників. Це визначає актуальність пошуку універсального підходу до побудови програмних систем для симуляції фізичних ефектів.

Мета роботи – розробити універсальну програмну систему для моделювання фізичних ефектів у механіці ігор, яка скорочує час інтеграції фізики та забезпечує гнучке налаштування параметрів симуляцій.

Основна частина. У ході дослідження розроблено та реалізовано програмну систему PhysiXLab, що орієнтована на симуляцію фізичних ефектів у механіці ігор. Основними завданнями при створенні системи були забезпечення простоти інтеграції, гнучкості налаштування та можливості повторного використання в різних ігрових середовищах.

Архітектура системи побудована за модульним принципом та включає низку ключових компонентів:

- **фізичний рушій (PhysicsEngine)** – реалізує обчислення гравітації, зіткнень, тертя, пружності, опору середовища, деформацій та обертання;
- **модуль візуалізації (Renderer)** – забезпечує відображення симуляцій у реальному часі з можливістю зміни ракурсу та масштабу;
- **менеджер симуляцій (SimulationManager)** – координує взаємодію між користувачем та внутрішніми процесами;
- **генератор коду (CodeExporter)** – формує готові бібліотеки для мов програмування Python, JavaScript та C#, що дозволяє інтегрувати результати симуляцій у сторонні проекти;
- **модуль авторизації та керування доступом (AuthSystem)** – гарантує безпечну роботу із середовищем;
- **теоретичний модуль (TheoryModule)** – надає користувачам довідкову інформацію про фізичні явища та математичні моделі, які реалізуються в симуляції.

Однією з ключових переваг системи є можливість редагування параметрів симуляцій у реальному часі. Наприклад, користувач може змінювати силу гравітації, коефіцієнт тертя чи масу об'єктів і одразу спостерігати за оновленою поведінкою сцени. Це не лише скорочує час тестування, а й відкриває нові можливості для створення адаптивних ігрових механік.

Важливим аспектом є інтеграція з існуючими технологіями. Для 2D- і 3D-візуалізації використано бібліотеки **Three.js** та **Chart.js**, що робить систему придатною для вебсередовищ. Зберігання даних здійснюється у реляційній СУБД PostgreSQL, що забезпечує масштабованість та стабільність. Архітектурні рішення базуються на використанні шаблонів «Декоратор» і «Стратегія», що забезпечує не лише гнучкість програмної системи, але й створює передумови для її масштабованості та подальшого розвитку. Застосування патерну «Стратегія» дозволяє визначати різні алгоритми симуляції фізичних явищ (наприклад, моделі гравітації, тертя чи зіткнень) та динамічно підключати їх без необхідності змінювати основний код системи. Це робить можливим адаптацію системи під різні типи ігор – від простих 2D-проектів до складних 3D-симуляцій, а також забезпечує простоту інтеграції нових фізичних моделей у майбутньому.

Шаблон «Декоратор», у свою чергу, використовується для поступового розширення функціональності об'єктів симуляції без модифікації їхньої базової структури. Наприклад, базова модель об'єкта може бути доповнена властивостями пружності, опору середовища чи обертання шляхом додавання відповідних «декораторів». Такий підхід дозволяє розробникам створювати складні багатокомпонентні ефекти (наприклад, об'єкт, що одночасно рухається, обертається й зазнає деформацій) без перевантаження коду.

Поєднання цих архітектурних рішень формує основу для модульності системи, спрощує її підтримку та надає можливість швидко реагувати на нові вимоги геймдизайну. Це особливо важливо в умовах сучасної ігрової індустрії, де швидкість адаптації до нових трендів та технологій визначає конкурентоспроможність програмного продукту.

Практичне застосування розробленої системи найповніше проявляється у різних жанрах ігрових проектів, де фізичні ефекти відіграють ключову роль у створенні занурення та логіки взаємодії. Так, у платформерах PhysiXLab дає можливість реалізувати більш реалістичні сцени стрибків і падінь персонажів, де враховуються не лише гравітаційні сили, але й коефіцієнти тертя поверхонь та еластичність об'єктів. У головоломках із фізичним підґрунтям система дозволяє будувати завдання, що потребують від гравця розуміння законів рівноваги та динаміки, наприклад, під час балансування тіл або керування потоками води. У жанрі шутерів особливого значення набуває моделювання траєкторій куль та гранат, що враховують опір середовища і взаємодію з перешкодами, завдяки чому гравець отримує більш правдоподібний ігровий досвід [3]. У спортивних симуляторах PhysiXLab застосовується для відтворення складних рухів м'яча, зіткнень між гравцями та впливу умов навколишнього середовища на результат дії. Нарешті, у сфері AR/VR розробка відкриває перспективи створення інтерактивних світів, де фізичні процеси наближені до реальності, а зміна параметрів у реальному часі дозволяє формувати адаптивні сценарії тренувань або освітніх симуляцій [4].

Окрему увагу приділено освітньому потенціалу розробки. Завдяки теоретичному модулю система може застосовуватися у навчальному процесі для вивчення основ механіки, демонстрації фізичних явищ та практичних експериментів у форматі інтерактивних лабораторних робіт. Це робить PhysiXLab перспективним інструментом не лише для геймдизайну, а й для академічного середовища.

Ефективність запропонованої системи була підтверджена серією тестувань. На етапі функціонального тестування перевірялася коректність роботи основних фізичних моделей, зокрема симуляції гравітації, зіткнень і пружних відскоків. Отримані результати засвідчили відповідність поведінки об'єктів очікуваним фізичним закономірностям. Подальше бета-тестування, проведене за участю групи користувачів, дало змогу оцінити інтерфейс системи. Тестувальники відзначили інтуїтивність налаштування параметрів та швидкість реакції системи на зміни, що підтвердило її придатність як для професійних розробників, так і для студентів, які лише починають знайомство з розробкою ігор. На завершальному етапі було здійснено експериментальне порівняння з відомими бібліотеками Box2D, Bullet Physics і Matter.js. Результати показали, що PhysiXLab забезпечує скорочення часу інтеграції фізичних ефектів на 30–40 %, а також відзначається більшою стабільністю при роботі в кросплатформеному середовищі. Це дозволяє стверджувати, що створена система здатна не лише розширити можливості геймдизайну, але й виступати універсальним інструментом для формування сучасних ігрових механік.

Таким чином, розроблена система поєднує функціональність інструменту для розробників ігрових проєктів із можливостями навчальної платформи, сприяючи розвитку сучасних ігрових механік та інтерактивних освітніх технологій.

Перспективи розвитку пов'язані з інтеграцією диференційованих фізичних рушіїв для поєднання симуляцій із методами машинного навчання [5], а також застосуванням моделей симуляції частинок для створення складних динамічних сцен [6]. Подальший розвиток системи у напрямі підтримки мобільних платформ та взаємодії з AR/VR-середовищами відкриває можливості для її використання як у професійній гейм-індустрії, так і в освітньому процесі.

Висновки. Створена програмна система для симуляції фізичних ефектів розширює можливості геймдизайну, спрощує роботу розробників та сприяє формуванню нових ігрових механік. Її використання підвищує ефективність створення інтерактивних середовищ і має значний потенціал для подальшого розвитку у напрямку AR/VR та навчальних ігор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. E. Coumans, "Bullet physics simulation," *ACM SIGGRAPH 2015 Courses*, 2015. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2776880.2792704>.
2. I. Parberry, *Introduction to Game Physics with Box2D*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2017. [Online]. Available: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/>
3. 10.4324/9781315380636/introduction-game-physics-box2d-ian-parberry.
4. T. Geijtenbeek and N. Pronost, "Interactive Character Animation Using Simulated Physics: A State-of-the-Art Review," *Computer Graphics Forum*, vol. 31, no. 8, pp. 2492–2515, 2012. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1111/j.1467-8659.2012.03189.x>.
5. P. W. Battaglia, R. Pascanu, M. Lai, D. Rezende, and K. Kavukcuoglu, "Interaction Networks for Learning about Objects, Relations and Physics," *arXiv preprint arXiv:1612.00222*, 2016. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1612.00222>.
6. J. Degraeve, M. Hermans, J. Dambre, and F. Wyffels, "A Differentiable Physics Engine for Deep Learning in Robotics," *arXiv preprint arXiv:1611.01652*, 2016. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1611.01652>.
7. H. He, J. Zheng, Q. Sun, and Z. Li, "Simulation of Realistic Particles with Bullet Physics Engine," *E3S Web of Conferences*, vol. 92, no. 14004, pp. 1–7, 2019. [Online]. Available: <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/18/>
8. [e3sconf_isg2019_14004/e3sconf_isg2019_14004.html](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/18/).

УДК 004.9

РЕГУЛЮВАННЯ АДАПТИВНОЮ СКЛАДНІСТЮ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГР ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ПАСТУШЕНКО Н. Г., РОМАНЮК О.Н.

Вінницький національний технічний університет

У роботі наведено аналіз використання штучного інтелекту для динамічного регулювання складності комп'ютерних ігор. Проаналізовано алгоритми адаптивної складності, їх вплив на ігровий досвід користувача та перспективи інтеграції в різні жанри ігор.

Штучний інтелект відіграє дедалі важливішу роль у сучасному геймдеві, особливо у сфері побудови персоналізованого досвіду. Адаптивна складність [1-5] дозволяє налаштувати рівень виклику під гравця, зберігаючи баланс між мотивацією та фрустрацією.

Існують різні підходи реалізації адаптивної складності:

- Аналіз статистики гри: відслідковується кількість поразок, точність ударів, швидкість.
- Машинне навчання: на основі класифікації система пропонує відповідний рівень

завдань.

- Динамічні сценарії: зміна розташування ворогів, частоти їх атак чи часу виконання квестів.
- Рекомендаційні системи: AI пропонує місії чи квести, що відповідають поточним навичкам гравця.

Приклади застосування в ігровій індустрії:

- Resident Evil 4: система Dynamic Difficulty Adjustment, якщо гравець програє, кількість ворогів зменшується, а шкода від їх атак стає меншою.
- Left 4 Dead: AI Director керує інтенсивністю хвиль зомбі залежно від рівня стресу гравців.
- The Last of Us Part II: дозволяє налаштовувати складність різних аспектів (бої, стелс, ресурси) окремо.

У таблиці 1 наведено аналіз переваг та ризиків адаптивної складності

Таблиця 1 — Аналіз переваг та ризиків адаптивної складності.

Переваги	Приклад	Ризики
Підтримка «потоків» (flow)	Resident Evil 4	Відчуття «обману»
Підвищення залученості	Left 4 Dead	Зниження виклику для хардкорних гравців
Персоналізований досвід	The Last of Us Part II	Технічна складність реалізації
Розширення аудиторії гри	Guitar Hero	Можливе «розмивання» ігрового балансу

У таблиці 2 подано порівняння основних підходів до реалізації адаптивної складності в комп'ютерних іграх. Кожен з методів має свої особливості, що визначають його сферу застосування. Так, аналіз статистики дозволяє швидко реагувати на успішність гравця, машинне навчання забезпечує глибшу персоналізацію, динамічні сценарії створюють відчуття «живого» ігрового середовища, а рекомендаційні системи допомагають вибудовувати індивідуальний шлях проходження. Водночас усі ці підходи мають і свої обмеження, які варто враховувати під час інтеграції в ігровий процес.

Таблиця 2 — Переваги та ризики гейміфікації

Підхід	Особливості	Переваги	Недоліки
Аналіз статистики гри	Використання даних про точність, час проходження, кількість поразок	Простота впровадження, швидкий зворотний зв'язок	Може давати неточні результати при коротких сесіях
Машинне навчання	Класифікація і прогнозування рівня гравця	Висока персоналізація, гнучкість	Потребує великих даних для навчання
Динамічні сценарії	Зміна розташування ворогів, темпу подій	Підтримка непередбачуваності, «живий» світ	Ризик втрати балансу сюжету
Рекомендаційні системи	Пропозиція квестів і місій під рівень гравця	Розширення свободи вибору, індивідуальний шлях	Може зменшити відчуття виклику та пригоди

Таким чином, керування адаптивною складністю є важливим напрямом розвитку сучасних відеоігор. Вона дозволяє поєднати мотивацію та виклик, забезпечуючи баланс між задоволенням і

складністю. Використання штучного інтелекту та машинного навчання розширює можливості персоналізації, проте вимагає значних ресурсів і ретельного тестування, щоб уникнути негативних ефектів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. Togelius and G. N. Yannakakis, *AI and Games*. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- [2] G. Smith, "Dynamic Difficulty Adjustment in Video Games," *Game Studies*, vol. 13, no. 2, 2013. [Online]. Available: <http://gamestudies.org/1302/articles/smith>
- [3] C. Pedersen, "Modeling Player Experience for Content Creation," *IEEE Trans. Comput. Intell. AI Games*, vol. 2, no. 1, pp. 54–67, 2010.
- [4] R. Hunicke, "The case for dynamic difficulty adjustment in games," in *Proc. ACM SIGCHI Int. Conf.*, 2005.
- [5] Y. Xu, W. Chen, J. Wang, and S. Wu, "Machine Learning in Game Difficulty Adaptation: A Survey," *Entertainment Computing*, vol. 45, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100535>

УДК 004.42

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ КОГІТИВНОЇ ПІДТРИМКИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У РОБОТОТЕХНІЦІ НА ОСНОВІ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕСІВ

ПОСАШКОВ О.Ю. (oleh.posashkov@nure.ua)

Харківський національний університет радіоелектроніки

У статті розглянуто сучасні підходи до використання моделей Маркова для підтримки прийняття рішень в автоматизованих системах. Проаналізовано застосування випадкових процесів у самостійній навігації та плануванні дій роботів. Оцінено потенціал методів теорії ймовірності у робототехніці. Визначено ключові тенденції розвитку інтелектуальних систем керування та їх вплив на результативність роботизованих комплексів.

В даний час робототехніка стає все більш складною, і завдання, які ми ставимо перед роботами, теж ускладнюються. Раніше було достатньо, щоб робот виконував чітко задані команди. Тепер потрібно, щоб він діяв самостійно, приймав рішення і пристосовувався до мінливого середовища. Тут не обійтися без інтелектуальних систем. Технології швидко розвиваються, тому люди шукають нові способи організації інтелектуальної діяльності самостійних систем. Особливо важливо забезпечити ефективну роботу роботів в умовах, коли навколишнє середовище дуже непередбачуване.

Традиційні методи керування роботизованими системами, які базуються на чітких алгоритмах, не завжди підходять для роботи в складних умовах [1]. Потрібно розробляти нові підходи до прийняття рішень, які враховують випадковий характер багатьох процесів. У цьому випадку моделі Маркова – один із відповідних інструментів для цього. Вони дають змогу моделювати складні процеси прийняття рішень в умовах невизначеності.

У межах дослідження було проаналізовано сучасні методи інтелектуальної підтримки в роботизованих системах. Особлива увага приділялася вивченню теоретичних основ застосування марківських процесів у контексті сучасних викликів робототехніки. Досліджено основні принципи організації систем прийняття рішень на основі стохастичних моделей.

Провели ретельний аналіз плюсів та мінусів наявних способів моделювання поведінки роботів в умовах невизначеності. Розглянули, як застосовувати методи ймовірності для різних типів роботів. Вивчили, як поєднати марківські підходи з сучасними технологіями машинного навчання та штучного інтелекту.

У нашому дослідженні ми використовуємо системний підхід до аналізу процесів прийняття рішень у роботизованих системах. Ми детально розглянули наукові статті про те, як застосовувати марківські моделі в робототехніці, особливо ті, де йдеться про пристосування звичайних

марківських методів до сучасних робіт [2]. Головна особливість марківських процесів у прийнятті рішень полягає в тому, що майбутні дії системи залежать лише від її поточного стану та обраної стратегії, а не від минулих подій. Це робить марківські моделі корисними для відтворення складних процесів, що відбуваються в роботах, які працюють у мінливому середовищі. Формально це можна виразити так:

$$P(s_{t+1} | s_t, a_t) = P(s_{t+1} | s_1, \dots, s_t, a_1, \dots, a_t)$$

У випадках, коли ми маємо повну інформацію про середовище, ми застосовуємо класичні марківські процеси. Тут ми можемо точно визначити поточний стан системи, спираючись на дані з датчиків. Для таких ситуацій алгоритми динамічного програмування показують себе дуже добре, дозволяючи знаходити оптимальні способи поведінки для робіт.

Складніше стає, коли робот працює в умовах, де інформація про навколишнє середовище обмежена. Тоді система не може точно визначити свій стан, і потрібні специфічні підходи до моделювання процесу прийняття рішень. У таких частково відомих марківських процесах ми використовуємо концепцію функції переконань, яка показує ймовірність різних можливих станів системи. Наприклад, політика вибору дії може ґрунтуватися на очікуваній винагороді

$$\pi^*(b) = \arg \max_a \sum_s b(s) \cdot R(s, a)$$

де $b(s)$ — функція переконань, $R(s, a)$ — винагорода за дію a у стані s .

На даний момент у робототехніці популярні гібридні підходи, що поєднують класичні марківські моделі з сучасними методами машинного навчання. Особливої популярності набувають підходи, що базуються на глибокому навчанні з підкріпленням, які дозволяють ефективно навчати роботизовані системи у середовищах з великою розмірністю простору станів та дій. Дослідження показують, що ефективність марківських методів у роботизованих системах значною мірою залежить від того, наскільки добре ми можемо змоделювати основні частини системи [3]. Важливо точно відобразити динаміку середовища та правильно вибрати функції винагороди, які показують цілі та завдання робота.

Аналіз сучасних способів використання марківських методів у різних сферах робототехніки показує їхню ефективність у задачах самостійної навігації, управління маніпуляторами та координації дій групи роботів [4]. Кожна з цих сфер має свої особливості, що вимагають адаптації базових марківських алгоритмів до конкретних умов.

Важливо враховувати практичні обмеження реальних робіт, щоб успішно використовувати марківські підходи. Обмеження в обчислювальних ресурсах, швидкості реакції системи та точності датчиків можуть вимагати застосування спеціальних апроксимаційних методів та оптимізаційних підходів.

Отже, моделі Маркова — це не універсальний інструмент, але дуже корисний. Вони дають змогу формалізувати процес прийняття рішень у невизначених умовах. І хоча їхня реалізація вимагає певних компромісів, сама концепція добре працює в різних галузях робототехніки. Головне — не просто брати модель, а розуміти, як її адаптувати під конкретну задачу, конкретного робота і конкретні умови експлуатації.

Щоб використовувати алгоритми Маркова на практиці в реальних роботах, потрібно враховувати різні технічні обмеження та вимоги конкретних завдань. У майбутньому варто розробляти адаптивні моделі Маркова, які можуть автоматично налаштовувати параметри та самостійно навчатися під час роботи роботизованої системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Thrun, W. Burgard, and D. Fox, "Probabilistic Robotics," MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2005.
2. R. S. Sutton and A. G. Barto, "Reinforcement Learning: An Introduction," MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2nd ed., 2018.
3. V. Mnih et al., "Human-level control through deep reinforcement learning," *Nature*, vol. 518, no. 7540, pp. 529-533, 2015.
4. J. Schulman et al., "Proximal policy optimization algorithms," *arXiv preprint arXiv:1707.06347*, 2017.

АПАРАТНО-ОРИЄНТОВАНИЙ МЕТОД ІТЕРАЦІЙНОЇ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

ПРОЧУХАН Д.В (dprochuhan@gmail.com)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Запропоновано інноваційний метод оптимізації нейромережевої моделі для розгортання на мобільних пристроях, а також на пристроях з обмеженими ресурсами. Метод ефективно застосовує проріджування та квантизацію в ітеративному циклі, поєднуючи їх із короткими циклами донавчання. Отримано модифіковану модель мінімального енергоспоживання та розміру.

Постановка завдання. Для розгортання глибоких нейронних мереж на ресурсо-обмежених мобільних телефонах стиснення моделей є обов'язковою умовою для забезпечення адекватної продуктивності, низького енергоспоживання та мінімальної затримки. Двома основними та найбільш ефективними методами стиснення є прунінг та квантизація. Для досягнення максимального стиснення та прискорення при мінімальній втраті діагностичної точності, необхідно розробити інтегрований метод оптимізації.

Суть дослідження. Запропонований метод – модифікована ітераційна структурно-параметрична оптимізація – інтегрує проріджування та квантизацію в ітеративному циклі, поєднуючи їх із короткими циклами донавчання для компенсації втрат точності, що є критично важливим для збереження діагностичної якості на мобільних пристроях. Перший крок інноваційного методу – ініціалізація. Цільові метрики продуктивності для мобільної апаратної платформи наступні: максимальна затримка < 50 мс на NPU, мінімальний розмір моделі < 10 МБ, мінімальне енергоспоживання. Допустимий поріг деградації точності $\Delta_{max} < 2\%$. Ітераційний цикл оптимізації виконується поки не досягнуто цільових метрик для мобільних телефонів. На першому кроці нашого методу відбувається структурне проріджування нейронної мережі. Структуроване проріджування призводить до більш регулярних тензорів, які ефективно обробляються NPU мобільних телефонів. На цьому кроці видаляються фільтри/нейрони з найменшою значущістю. Отримується модель з меншою кількістю параметрів та меншою обчислювальною складністю.

$$M'_{i+1} = \text{Prune}(M_i, P_{intensity}, P_{type}) \quad (1)$$

На другому кроці відбувається донавчання моделі. Проводиться короткий цикл донавчання (10 епох) моделі M'_{i+1} на аугментованому наборі даних. Цей крок дозволяє моделі адаптуватися до нової, розрідженої структури та відновити втрачену точність, що є критичним для медичних діагнозів на мобільних телефонах.

$$M''_{i+1} = \text{FineTune}(M'_{i+1}, D_{augmented}, N_{epochs\_ft}) \quad (2)$$

На третьому кроці відбувається квантизація. Застосовується метод пост-тренувальної квантизації (Post-Training Quantization, PTQ). Цей метод з калібруванням достатньо ефективний для багатьох NPU мобільних телефонів. Здійснюється переведення ваг та активації у формат Q_{bits} (INT8). INT8 - це найбільш поширений формат для прискорення на мобільних NPU. Отримуємо квантовану модель M_{i+1} , яка готова для розгортання на мобільних телефонах.

$$M_{i+1} = \text{Quantize}(M''_{i+1}, Q_{bits}, Q_{type}) \quad (3)$$

На четвертому кроці доцільно провести оцінку та моніторинг на мобільному телефоні. Необхідно здійснити оцінку точності $\text{Acc}(M_{i+1})$ та апаратні метрики (FLOPS, розмір моделі, затримка інференсу на цільовому NPU мобільного телефону, енергоспоживання) на валідаційному наборі даних. Деградація точності оцінюється за формулою

$$\Delta \text{Acc} = \text{Acc}(M_{trained}) - \text{Acc}(M_{i+1}) \quad (4)$$

Якщо $\Delta Acc > \Delta_{max}$ або цільові апаратні метрики для мобільного телефону досягнуто, то необхідно вийти з циклу обчислення. Значущість фільтра j оцінюється як його L1-норма:

$$S_j = \|W_j\|_1 = \sum_{c=1}^{C_{in}} \sum_{x=1}^K \sum_{y=1}^K |w_{x,y,c,j}| \quad (5)$$

Видаляються фільтри з найменшими S_j . Вказаний механізм призводить до формування розріджених, але структурно регулярних матриць, що є оптимальним для векторних/тензорних прискорювачів NPU мобільних телефонів. Для квантизації виконується перетворення дійсного значення r на ціле $q \in [-128, 127]$:

$$q = \text{round}\left(\frac{r}{S} + Z\right) \quad (6)$$

де S та Z – параметри квантизації, які визначаються під час калібрування на репрезентативному наборі даних.

$$r = S \cdot (q - Z) \quad (7)$$

Центральна ідея нашого методу полягає в тому, щоб компенсувати втрати точності на кожному етапі оптимізації, максимально використовуючи попередньо сформований "оптимізаційний потенціал" моделі. Це дозволяє досягти агресивного стиснення, необхідного для мобільних телефонів, при збереженні медичної точності.

Висновки. Послідовне, контрольоване застосування проріджування та квантизації, розділене донаванням дозволяє отримати швидко оптимізовану модель для пристроїв з обмеженими ресурсами. Система динамічно регулює інтенсивність проріджування або параметри квантизації, досягаючи цільових апаратних вимог мобільних телефонів при збереженні максимальної можливої точності..

УДК 004.8

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ІНДУСТРІЮ ВІДЕОІГОР

РИМАР П.В. (p.rymar@vntu.edu.ua)

Вінницький національний технічний університет

В даній роботі розглядається вплив штучного інтелекту на індустрію відеоігор, а саме застосування штучного інтелекту під час генерації контенту, персонажів.

Штучний інтелект – це технологія, яка дає змогу комп'ютерам думати та робити рішення, схожі на людські. Замість того, щоб просто виконувати завдання, що задані людиною, комп'ютери зі штучним інтелектом можуть навчатися, аналізувати інформацію та ухвалювати самостійні рішення [1].

З розвитком відеоігор штучний інтелект одразу зайняв нішу під час створення динамічного та реалістичного ігрового процесу. Перше його використання почалося ще в 1951 році, коли була створена комп'ютерна версія гри Nim. Це був один із перших прикладів запрограмованого інтелекту, здатного аналізувати дії гравця та приймати рішення, що максимально наближене до людських. З розвитком технологій штучний інтелект займає все більшу частку при створенні відеоігор різного жанру [2].

В відеоіграх використовуються такі технології штучного інтелекту [2]:

1) процедурна генерація та адаптивний контент: за їх допомогою можна створювати цілі ігрові світи без необхідності ручного моделювання;

2) розумні NPC та динамічне моделювання світу: штучний інтелект дозволяє NPC аналізувати оточення, реагувати на гравця та змінювати поведінку;

3) балансування ігрового процесу та персоналізація: штучний інтелект дозволяє адаптуватися до гравця, щоб підтримувати баланс між викликом і задоволенням;

4) генерація анімацій та фізична симуляція: штучний інтелект допомагає у створенні реалістичних анімацій персонажів і симуляції фізичних явищ.

Адаптивний та генеративний штучний інтелект

Традиційні ігри з використанням штучного інтелекту зазвичай використовують запрограмовані реакції та дерева прийняття рішень, адаптивний ШІ робить більше. Він дозволяє ігровим об'єктам, часто неігровим персонажам (NPC), навчатися й адаптувати свою поведінку на основі взаємодії з гравцями. Це створює більш динамічний та захопливий ігровий процес. Основна мета використання адаптивного штучного інтелекту – підтримувати оптимальний рівень складності, гарантуючи, що гра буде ані занадто легкою, ані занадто складною [3].

Адаптивний штучний інтелект в іграх фокусується на модифікації наявних ігрових елементів у відповідь на дії гравця, генеративний штучний інтелект займається створенням нового контенту з нуля. Генеративний ШІ може створювати нові рівні, місії, персонажів та розповіді. На відміну від нього адаптивний ШІ працює в межах наявної структури гри, коригує параметри та поведінку відповідно до рівня навичок та стилю гравця.

Адаптивний ШІ пропонує безліч переваг, які значно покращують загальний ігровий досвід. Однією з головних переваг є персоналізований ігровий процес. Підлаштовуючи гру під рівень навичок і вподобання кожного гравця, адаптивний ШІ забезпечує унікальний і приємний досвід для кожного геймера. Такий рівень персоналізації не лише підвищує задоволеність гравців, але й заохочує до тривалішої взаємодії з грою, оскільки гравці відчувають себе більш пов'язаними зі своєю індивідуальною ігровою подорожжю і відчувають виклик, пов'язаний з нею.

Хоча переваги адаптивного ШІ є значними, його впровадження у відеоіграх пов'язане з кількома проблемами, які мають вирішити розробники. Однією з головних перешкод є складність проєктування та розробка. Створення систем адаптивного ШІ вимагає складних алгоритмів і масштабного тестування, щоб гарантувати їхню коректну роботу в різних сценаріях. Цей складний процес може значно збільшити час і вартість розробки, що робить її ресурсноємною справою.

Технології штучного інтелекту невпинно розвиваються, але його використання у відеоіграх досі залишається викликом. Головна причина цього – ризики, пов'язані з передачею контролю над ігровим світом автономним системам.

Наразі розробники мають повний контроль над створенням всесвіту. А якщо надати штучному інтелекту свободу у прийнятті рішень, то це може призвести до непередбачуваних результатів, збоїв або неконтрольованої поведінки персонажів. Хоча перспективи інтеграції ШІ у відеоігри захопливі, великі студії поки що обережно ставляться до таких інновацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] «Що таке штучний інтелект і чого всім раптом стало так цікаво,» 2023. [Онлайновий]. Available: <https://ailaboratory.wixsite.com/shi-ua/post/shcho-take-shtuchnyj-intelect>. [Дата звернення: 17 вересня 2025].
- [2] «Як штучний інтелект змінює індустрію відеоігор: провідні компанії,» 2025. [Онлайновий]. Available: <https://ai360.com.ua/yak-shtuchnyy-intelekt-zminiuiie-industrii-u-videoigor-providni-kompanii/>. [Дата звернення: 17 вересня 2025].
- [3] «Динамічна складність: Огляд адаптивного ШІ у відеоіграх,» 2024. [Онлайновий]. Available: <https://blog.acer.com/ua/discussion/2123/dinamichna-skladnist-oglyad-adaptivnogo-shi-u-videoigrah>. [Дата звернення: 17 вересня 2025]

ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ДІЯЛЬНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ

ФРАНЧУК Н.П., ФАБЕР А.Ю.

(n.p.franchuk@npu.edu.ua; 20fi.a.faber@std.npu.edu.ua)

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

У статті критично розглядаються етичні виклики та практичні переваги інтеграції систем штучного інтелекту (ШІ) у професійну діяльність вчителя інформатики. Наведено узагальнену класифікацію та пояснення основних типів нейронних мереж (архітектур), охарактеризовано їх освітні застосування та пов'язані ризики: упередженість, порушення приватності, загрози академічній доброчесності, непрозорість рішень та можливість технологічної дегуманізації освітнього процесу.

Ключові слова: штучний інтелект, етика ШІ, нейронні мережі, освіта, академічна доброчесність, приватність, вчитель інформатики.

Вступ. Інструменти на базі ШІ дедалі активніше використовують у системі освіти, пропонуючи адаптивні тести, автоматизовані системи оцінювання, генеративні помічники для створення навчального контенту та інструменти аналітики. Однак широке впровадження супроводжується етичними питаннями – від упередженості моделей до ризику підриву процесу навчання. Міжнародні організації наголошують на необхідності етичних стандартів і людського нагляду в процесі впровадження ШІ в освіту, а також про готовність країн до етичного та відповідального впровадження ШІ [18]. ЮНЕСКО створило глобальну обсерваторію етики та управління штучним інтелектом [19], яка збирає матеріали, результативні дослідження, інструменти та передовий досвід. А також у листопаді 2021 року ЮНЕСКО розробила перший в історії глобальний стандарт з етики штучного інтелекту, а саме «Рекомендацію щодо етики штучного інтелекту», яка застосовується до всіх 194 держав-членів ЮНЕСКО [18].

Штучний інтелект в освіті (ШІО) стає дедалі впливовішим в освітній сфері, пропонуючи значні переваги та створюючи етичні ризики. У технологічному вимірі ризики включають порушення конфіденційності, витік даних, алгоритмічне упередження, алгоритм чорної скриньки та алгоритмічну помилку. Ризики в освітньому вимірі включають гомогенізований розвиток здобувачів освіти, гомогенне навчання, кризи професії вчителя, відхилення від освітніх цілей, відчуження стосунків між вчителем і учнем, емоційні зриви та академічну неправомірну поведінку [21].

Метою написання даної публікації є надати вичерпний, але прикладний огляд, зокрема: коротку технічну роз'яснювальну частину основних класів нейронних мереж; опис потенційних застосувань у шкільній діяльності вчителя інформатики; критичний аналіз етичних викликів.

Щодо методології, то матеріал підготовлений на основі систематичного огляду міжнародних політик, оглядових статей та емпіричних досліджень.

Основний матеріал. Перед початок розкриття основних аспектів зупинимось та надамо коротку характеристику основним поняттям. Штучний інтелект – широка галузь, що включає методи, які імітують (або автоматизують) когнітивні функції. Машинне навчання (МН) – підмножина ШІ, яка вчить моделі робити прогнози на основі даних. Нейронна мережа – це обчислювальна модель, «натхненна людським мозком». Вона складається з шарів взаємопов'язаних вузлів (або «штучних нейронів»), кожен з яких виконує зважене підсумовування, а потім нелінійну функцію активації [20].

Усі без винятку нейронні мережі технічно неможливо перерахувати повністю через постійні дослідницькі варіації. Нижче наведемо класи, які покривають більшість практичних застосувань в освіті. Їх класифікують на основі певних факторів, що включають їх глибину, приховані шари (кількість) та можливість введення/виведення кожного вузла.

1. *Багатощаровий перцептрон* (наприклад: scikit-learn) – це базова мережа для подання даних, де кожен нейрон одного шару з'єднаний з усіма нейронами наступного. Це один із найпростіших і найпоширеніших типів штучних нейронних мереж. Найкращий приклад для

демонстрації принципу роботи нейронних мереж у шкільному курсі інформатики..

2. *Згорткові нейронні мережі* (наприклад: fastai) – призначені для опрацювання даних із сітчастою структурою, таких як зображення, відео або аудіо сигнали. Використовують для розпізнавання обличчя, опрацювання природної мови, оптичному розпізнаванні символів та класифікації зображень.

3. *Деконволюційні* – сегментація, генерація зображень, автоенкодерів. Виконують «зворотну згортку», відновлюють просторову роздільність.

4. *Рекурентні* (наприклад: TensorFlow/Keras) – мають зворотні зв'язки, добре працюють із послідовностями, а також аналіз текстів, часових рядів, прогнозування.

5. *Трансформери* (наприклад: GPT) – чат-боти, генерація текстів, переклад.

6. *Графові* (наприклад: PyTorch Geometric) – працюють із графовими структурами, враховують зв'язки між вузлами. Аналіз соціальних мереж, знань, навчальних залежностей.

7. *Автоенкодерів* (наприклад: PyTorch) – стискають і відновлюють дані, вчать без учителя.

8. *Генеративні* (наприклад: RunwayML) – генерація синтетичних даних для навчання.

9. *Дифузійні моделі* (наприклад: Midjourney) – створення ілюстрацій, контенту для уроків та генерація через поступове «очищення» шуму.

10. *Модульні* (наприклад: TensorFlow) – складаються з кількох незалежних мереж-модулів, кожен з яких розв'язує частину задачі, а результати об'єднуються. Пояснення розподіленого навчання, задачі розпізнавання складних об'єктів. Особливо цікаві для навчальних курсів, адже вони демонструють принцип поділу складної задачі на підзадачі, дають змогу пояснити ідею ансамблевого навчання, показують, що не завжди потрібна одна «велика» модель – інколи кілька простіших дають кращий результат.

11. *Гібридні та спеціальні архітектури* (наприклад: PyTorch Lightning) – демонстрація сучасних досліджень ШІ. Комбінація згорткових нейронних мереж й трансформерів, або графових нейронних мереж й трансформерів і т.ін.

Потенційними перевагами застосування нейронних мереж вчителем інформатики зводиться до індивідуалізації навчання, а саме добиранні посильних завдань під рівень здобувача освіти. Звісно, що й автоматизація рутинних задач, підтримка дидактичного дизайну та розширення доступу до навчальних матеріалів для учнів з особливими потребами (адаптивний інтерфейс, транскрипція тощо). Ці переваги мають практичну цінність, але реальна віддача залежить від якості даних та критичного мислення. Оскільки моделі навчаються на історичних даних, що можуть відтворювати або посилювати системні нерівності (ризик несправедливості та упередженості). Великі трансформери дають рішення без зрозумілого ланцюга причин, і як результат, вчитель не зможе обґрунтувати навчальний матеріал, що ставить під сумнів довіру (ризик прозорості). Збирання і зберігання персональних даних учнів (поведінка, відповіді) створює ризики витоку та зловживань (ризик приватності та безпеки даних). Генеративні моделі спрощують створення робіт «під ключ», що підриває освітній процес та навички здобувачів освіти. Статистика показує значне зростання нерегламентованого використання генеративних систем, а отже необхідно робити практичні демонстрації та усні захисти (ризик академічної доброчесності та зміни ролі навчання). Надмірне покладання на автоматизовані рекомендації може знизити педагогічну майстерність, зменшити індивідуальний підхід (ризик технологічної залежності). До етичних викликів потрібно віднести й ризик відповідальності й юридичні аспекти – потрібні чіткі політики, що визначають зони відповідальності та процедури апеляції рішень. Бо хто несе відповідальність за помилкові висновки моделі? Постачальник сервісу, школа чи вчитель?

Висновки. Впровадження ШІ в діяльність вчителя інформатики має значні потенційні переваги (персоналізація, ефективність, доступність), але супроводжується серйозними етичними ризиками (упередженість, порушення приватності, загроза академічній доброчесності, непрозорість). Вчитель має зберігати центральну роль в освітньому процесі; необхідні правила, підготовка та політики для безпечної інтеграції ШІ. Міжнародні рекомендації (UNESCO, IEEE, ACM) надають корисний етичний каркас, але вимагають локальної адаптації та практичного тестування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

18. Ethics of Artificial Intelligence. URL: <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>
19. Global AI Ethics and Governance Observatory | Global AI Ethics and Governance Observatory. URL: <https://www.unesco.org/ethics-ai/en?hub=32618>
20. Neural Networks, CNNs, RNNs, Transformers, and Beyond. URL: <https://glenntfong.github.io/blog/2025/05/21/nn/>
21. Zhu, H., Sun, Y. & Yang, J. Towards responsible artificial intelligence in education: a systematic review on identifying and mitigating ethical risks. *Humanit Soc Sci Commun* **12**, 1111 (2025). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05252-6>

УДК 004.8

ВИКОРИСТАННЯ ОРКЕСТРОВАНОГО АГЕНТНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ WEB-ПРОГРАМІСТІВ В ІТ-КОМПАНІЯХ

ЮСКОВИЧ-ЖУКОВСЬКА В. І. (valivanivna1@gmail.com)

БОГУТ О. М. (oleg.bogut@gmail.com)

Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний
університет імені академіка Степана Дем'янчука»

Агентний штучний інтелект відкриває нові можливості для оцінювання знань та умінь web-програмістів в ІТ-компаніях. Традиційні методи тестування та ручного аналізу результатів роботи мають суттєві обмеження у забезпеченні об'єктивності, масштабованості та адаптивності. Використання агентних систем дозволяє створювати автоматизовані завдання, аналізувати якість їх виконання та визначати рівень компетентності спеціалістів у динамічних умовах професійного середовища. Такий підхід забезпечує інтеграцію семантичного аналізу коду, автоматизованої перевірки технічних рішень та оцінювання комунікативних навичок через моделювання робочих ситуацій. Взаємодія кількох агентів у межах єдиної системи дає змогу комплексно оцінювати технічні й міжособистісні якості програмістів в проектних командах ІТ-компаній.

В умовах динамічного розвитку ІТ-галузі та зростання вимог до якості програмного забезпечення проблема оцінювання професійного рівня web-програмістів набуває особливої актуальності. Традиційні методи, що ґрунтуються на стандартизованому тестуванні, співбесідах або ручному аналізі виконаних завдань, нерідко характеризуються суб'єктивністю, високою трудомісткістю та обмеженою здатністю враховувати комплексність професійних компетентностей. Такі підходи здебільшого вимірюють лише базові знання чи окремі технічні навички, ігноруючи аспекти практичної діяльності у реальних проектних умовах, де важливими є не лише алгоритмічні здібності, а й здатність до командної взаємодії, комунікації та адаптації до швидких змін [1].

Не менш важливим є питання об'єктивності та неупередженості оцінки, адже результати відбору чи атестації напряму впливають на ефективність кадрової політики ІТ-компанії та перспективи професійного розвитку спеціалістів. Використання виключно людського судження під час оцінювання створює ризики помилкових рішень, пов'язаних з особистісними упередженнями, нерівномірністю критеріїв або недостатньою глибиною аналізу. У сучасних умовах зростає потреба в інноваційних механізмах, які б забезпечували високу точність діагностики знань і навичок, враховували багатовимірність професійної діяльності та гарантували справедливність процесу оцінювання.

Агентний штучний інтелект створює принципово новий підхід до оцінювання знань і навичок web-програмістів, адже дозволяє комплексно поєднувати технічний, когнітивний та поведінковий аспекти професійної діяльності. На відміну від традиційних тестових систем, агентні

моделі здатні динамічно формувати завдання, що відповідають поточному рівню кандидата, аналізувати якість коду за допомогою семантичних алгоритмів та моделювати реалістичні проєктні ситуації [2]. Це створює можливість оцінювати не лише рівень володіння мовами програмування чи інструментами розробки, але й уміння ефективно застосовувати знання в умовах командної роботи, реагувати на непередбачувані проблеми та дотримуватись стандартів якості.

Додатковою цінністю є прозорість і неупередженість результатів, оскільки агентні системи мінімізують вплив людського чинника, забезпечуючи однакові умови оцінювання для всіх учасників. Завдяки багаторівневій взаємодії спеціалізованих агентів можлива не лише перевірка технічних компетенцій, а й оцінка soft skills через симуляцію реальних робочих сценаріїв [3]. У підсумку IT-компанії отримують більш точні дані про потенціал web-програмістів, що дозволяє ухвалювати зважені рішення щодо відбору, розвитку та кар'єрного зростання, а web-програмісти отримують зрозумілий і справедливий зворотний зв'язок, який сприяє професійному вдосконаленню.

Авторами було побудовано систему оцінювання, що ґрунтується на принципах на оркестрації III-агентів на основі фреймворку LangChain, що забезпечує керовані ланцюжки взаємодій між LLM-моделями, інструментами аналізу коду та базами знань (рис. 1):

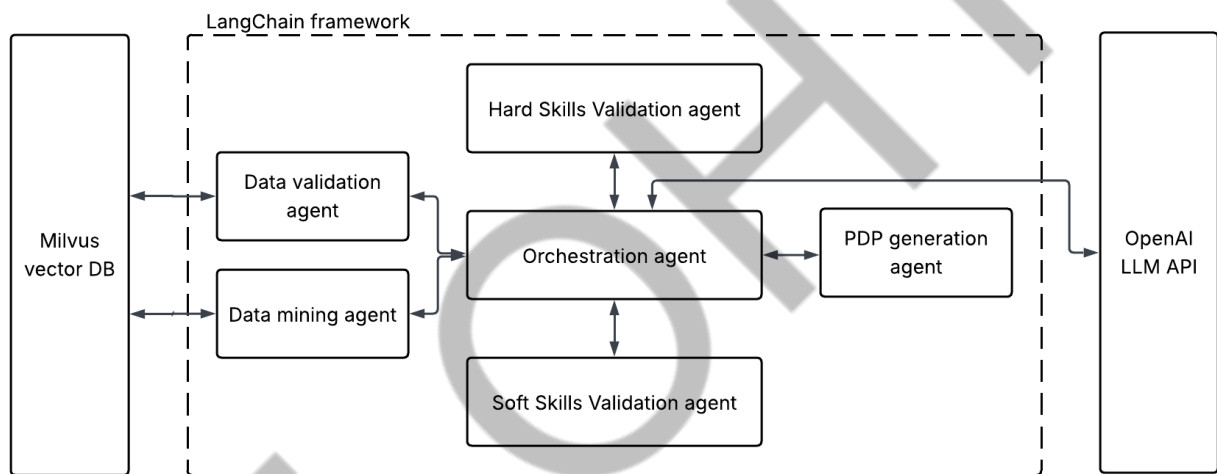


Рис. 1. Схема оркестрації III-агентів в системі оцінювання.

Розроблена система оцінювання ґрунтується на взаємодії спеціалізованих агентів, кожен з яких відповідає за окремий аспект перевірки професійних компетентностей web-програмістів. Центральним елементом виступає агент-оркестратор, який координує роботу всієї системи: він визначає послідовність кроків, розподіляє завдання між іншими агентами та інтегрує проміжні результати у цілісний звіт та персональний план розвитку. Завдяки цьому забезпечується узгодженість процесу та відтворюваність результатів, що має принципове значення для академічної достовірності та практичної цінності оцінювання.

Ключову роль у створенні об'єктивних завдань виконують агенти збору та валідації даних, які використовують інформаційні артефакти, такі як матриця компетенцій, матриця вагових коефіцієнтів, офіційні мануали та специфікації, галузеві стандарти, та інші спеціалізовані матеріали. Вони поєднують знання про вимоги, специфіку стеку технологій та стандарти кодування, створюючи завдання, що максимально відображають реальні умови професійної діяльності. А також забезпечують підтримку бази знань в актуальному стані. Це дозволяє оцінювати не лише знання окремих мов програмування чи фреймворків, а й уміння застосовувати їх у контексті складних проєктних ситуацій.

Іншою важливою складовою системи є агенти валідації софт і хард скілів, які виконують перевірку знань, умінь та навичок web-програмістів, використовуючи підхід динамічної генерації запитань, на основі аналізу діалогу, і таким чином забезпечуючи оптимальне покриття реального рівня досвіду, на відміну від типових підходів до тестування, які не забезпечують такої гнучкості.

Завершальним елементом виступає агент агрегації та генерації персональних планів розвитку, який відповідає за формування підсумкової звітності за результатами оцінювання. Основними системними артефактами, який генерує цей агент є результати оцінювання, рекомендований висновок про відповідність web-програміста очікуваному грейду, а також персональний план розвитку.

Можна стверджувати, що застосування агентного штучного інтелекту в оцінюванні знань і навичок web-програмістів створює новий рівень точності та комплексності діагностики професійних компетентностей. Оркестрація спеціалізованих агентів дозволяє поєднувати аналіз коду, тестування рішень, моделювання робочих ситуацій та оцінювання комунікативних умінь у єдину систему, яка зменшує вплив суб'єктивних чинників і забезпечує відтворюваність результатів. Таким чином, процес оцінювання виходить за межі традиційних підходів, охоплюючи багатовимірність професійної діяльності сучасного програміста.

Практичне значення такої системи полягає у її інтеграції в кадрові процеси ІТ-компаній, включно з наймом, атестацією та побудовою індивідуальних траєкторій розвитку спеціалістів. Завдяки прозорості та адаптивності, агентний підхід не лише підвищує об'єктивність рішень, а й сприяє формуванню нових стандартів у сфері управління знаннями та професійної оцінки. У перспективі це відкриває шлях до створення більш справедливих і водночас ефективних механізмів управління людським капіталом у високотехнологічних організаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kiana Jafari Meimandi, Gabriela Aránguiz-Dias, Grace Ra Kim, Lana Saadeddin, Mykel J. Kochenderfer. The Measurement Imbalance in Agentic AI Evaluation Undermines Industry Productivity Claims, 2025. Доступно: <https://arxiv.org/pdf/2506.02064> (Дата доступу: 11.08.2025)
2. P. A. Babar. Agentic AI for Personalized Education and Adaptive Learning Environments, International Journal of Computing and Engineering, 2025. Доступно: https://www.researchgate.net/publication/394683402_Agentic_AI_for_Personalized_Education_and_Adaptive_Learning_Environments (Дата доступу: 11.08.2025)
3. Diana-Margarita Córdova-Esparza. AI-Powered Educational Agents: Opportunities, Innovations, and Ethical Challenges, 2025. Доступно: <https://www.mdpi.com/2078-2489/16/6/469> (Дата доступу: 11.08.2025)

**V Всеукраїнська науково-технічна конференція
молодих вчених, аспірантів та студентів**

**«КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ТА МУЛЬТИМЕДІА ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ
ПІДХІД ДО КОМУНІКАЦІЇ»**

Одеса

25-26 вересня 2025 р.

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

Редакційна колегія: Котлик С.В., Шестопапов С.В.,
Корнієнко Ю.К.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.