

**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**



## **ПРОГРАМА**

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

**«КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І МУЛЬТИМЕДІА  
ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД  
ДО КОМУНІКАЦІЇ - 2023»**

**28-29 вересня 2023 р.  
ОДЕСА**

## ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### ГОЛОВА ПРЕЗИДІЇ

**Єгоров Б.В.**, Президент ОНТУ, академік НААН України, д.т.н., професор

### ЧЛЕНИ ПРЕЗИДІЇ

**Іванченкова Л.В.**, Ректор Одеського національного технологічного університету, д.е.н., професор

**Поварова Н.М.**, проректор з наукової роботи, к.т.н., доцент

### ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ

**Котлик С.В.**, директор навчально-наукового інституту комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доц.

### ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ

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

### ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

**Олексій Извалов**, регіональний координатор Global Game Jam в Східній Європі, ETI ім.Ельворті,

**Сергій Артеменко**, зав.каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ,

**Михайло Кисленко**, Unity Developer, DAL'S Games,

**Олександр Романюк**, зав.каф. Програмного забезпечення, ВНТУ,

**Ольга Чолишкіна**, директор Інституту комп'ютерно-інформаційних технологій і дизайну, МАУП,

**Олександр Терьошин**, Unity 3d developer, BlueGoji,

**Павло Івасюк**, Senior Snapchat JS Developer, BeVisioned,

**Петро Горват**, зав.каф. Комп'ютерних систем і мереж, ДВНЗ "Ужгородський національний університет".

УДК 004.01/08

Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2023 / Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 28-29 жовтня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – 270 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.

<b>Огляд та аналіз сучасних технологій локального позиціонування мобільних пристроїв.</b> Кушніренко А. Д., Ненов О.Л. (Одеський національний технологічний університет)	198
<b>Безмасштабні графи у машинному навчанні.</b> Лещенко А.В. (Одеський національний технологічний університет)	201
<b>Аналіз існуючих алгоритмів розпізнавання безлічі об'єктів на зображенні та відеопотоці.</b> Ігор Невлюдов, Дмитро Гурін (Харківський національний університет радіоелектроніки)	203
<b>Temporal upscaling in computer games: benefits and drawbacks.</b> Nechai D.L., Batiuk A. Y. (Lviv Polytechnic National University)	206
<b>Побудова засобами Python нейронної мережі для аналізу відгуків користувачів Інтернет-магазину.</b> Полюхович Б.І., Каштан С.С. (Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський технічний фаховий коледж Національного університету водного господарства та природокористування»)	207
<b>Особливості і переваги згорткової нейронної мережі W-NET в задачах діагностики медичних захворювань.</b> Прочухан Д.В. (Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»)	210
<b>Використання графових нейронних мереж для автоматичної детекції залежностей між компонентами в монорепозиторіях.</b> О.В.Прус, В.П.Майданюк (Вінницький національний технічний університет)	211
<b>Сучасні інформаційні технології розпізнавання образів на мобільних пристроях.</b> Б. В. Прус, Г. Б. Ракитянська (Вінницький національний технічний університет)	214
<b>Формування пайплайну створення тривимірної моделі транспортного засобу.</b> Ревуцький О.В., Жуковецька С.Л. (Одеський національний технологічний університет)	218
<b>Штучний інтелект та машинне навчання в іграх: створення реалістичних інтеракцій.</b> Сенчило Т.С. (Житомирський державний університет імені І. Я. Франка)	220
<b>Штучний інтелект у комп'ютерних іграх та мультимедіа.</b> Стешенко В.Ю. (Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова)	221
<b>Метод автоматизованого прийняття рішень щодо керуванням ігровим персонажем з використанням штучної нейронної мережі перцептрон.</b> Ткачук Б.О., Мазурець О. В., Молчанова М. О., Собко О. В. (Хмельницький національний університет)	223
<b>Штучний інтелект: огляд та можливості.</b> Тутов Д.В. (Харківський державний біотехнологічний університет)	225
<b>Проблеми безпеки та конфіденційності інтернету речей.</b> Усенко М. П., Бандоріна Л.М. (Український державний університет науки і технологій)	227
<b>Прогнозування конверсії по картинці товару.</b> Хайнас О.Ю. (Національний Університет «Львівська Політехніка»)	229
<b>Створення програмних модулів скрапінгу та парсингу інформації про вакансії.</b> Черба О.О., Черкасова В.В., Бочаров Б.П. (Харківський	232

6. Chatbots: An interactive way for customer engagement [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/chatbots-will-appeal-to-modern-workers>. Дата звернення: 20 вер. 2023.
7. OpenAI GPT-3: Language Models are Few-Shot Learners [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.openai.com/blog/gpt-3>. Дата звернення: 20 вер. 2023.
8. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
9. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 25, 1097-1105.
10. ResNet: Deep Residual Learning for Image Recognition [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1512.03385>. Дата звернення: 20 вер. 2023.
11. Transfer Learning: A Comprehensive Introduction [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://rpradeepmenon.medium.com/transfer-learning-294e7f9f3e85>. Дата звернення: 20 вер. 2023.

#### **References**

1. Bazel: a fast, scalable, multi-language and extensible build system [Online]. Available: <https://bazel.build>. Accessed on: 20.09.2023.
2. Nx: Smart, Extensible Build Framework [Online]. Available: <https://nx.dev>. Accessed on: 20.09.2023.
3. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 30, 5998-6008.
4. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv preprint arXiv:1810.04805*.
5. Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Le, Q. V., Norouzi, M., Macherey, W., ... & Klingner, J. (2016). Google's neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation. *arXiv preprint arXiv:1609.08144*.
6. Chatbots: An interactive way for customer engagement [Online]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/chatbots-will-appeal-to-modern-workers>. Accessed on: 20.09.2023.
7. OpenAI GPT-3: Language Models are Few-Shot Learners [Online]. Available: <https://www.openai.com/blog/gpt-3>. Accessed on: 20.09.2023.
8. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
9. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 25, 1097-1105.
10. ResNet: Deep Residual Learning for Image Recognition [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1512.03385>. Accessed on: 20.09.2023.
11. Transfer Learning: A Comprehensive Introduction [Online]. Available: <https://rpradeepmenon.medium.com/transfer-learning-294e7f9f3e85>. Accessed on: 20.09.2023.

УДК 681.5015:007

## **СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ НА МОБІЛЬНИХ ПРИБОРАХ**

Б. В. ПРУС, Г. Б. РАКИТЯНСЬКА  
Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Методи розпізнавання образів, використовувани в мобільних застосунках, розвиваються і розширюються з кожним роком завдяки використанню широкого спектру технологій машинного навчання та обробки образів. У цій статті розглянуто стан сучасних інформаційних технологій розпізнавання образів, що використовуються на мобільних пристроях. Проаналізовано переваги використання технологій розпізнавання образів на мобільних пристроях. Також оглянуто сучасні бібліотеки та фреймворки, що використовуються для розпізнавання образів на мобільних пристроях.

**Ключові слова:** розпізнавання образів, мобільний пристрій, мобільний застосунок, TensorFlow lite, Core ML, OpenCV.

### **Abstract**

Pattern recognition methods used in mobile applications are evolving and expanding every year thanks to the use of a wide range of machine learning and image processing technologies. This article examines the state of modern information technologies for pattern recognition used on mobile devices. The advantages of using pattern recognition technologies on mobile devices are analyzed. Modern libraries and frameworks used for pattern recognition on mobile devices are also reviewed.

**Keywords:** pattern recognition, mobile device, mobile application, TensorFlow lite, Core ML, OpenCV.

### **Вступ**

У сучасному світі мобільні програми стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Вони спрощують безліч завдань і збагачують нашу взаємодію з навколишнім світом. Однією з найбільш захоплюючих областей, що швидко розвиваються, в мобільній розробці є використання технологій розпізнавання образів. Ці технології перетворюють смартфони на потужні інструменти для аналізу навколишнього світу та вирішення безлічі завдань.

### **Виклад основного матеріалу**

Технології розпізнавання образів базуються на штучних нейронних мережах, які навчаються аналізувати та розуміти зображення. Основний принцип роботи полягає в тому, щоб система змогла виділити об'єкти, обличчя, текст, або навіть визначити певні характеристики на фотографії. Для досягнення цієї мети, технології розпізнавання зображень використовують велику кількість даних для навчання і постійно вдосконалюються.

Розглянемо деякі можливості розпізнавання зображень на мобільних пристроях:

1. Розпізнавання обличчя та біометрична аутентифікація: Мобільні пристрої можуть використовувати технології розпізнавання обличчя для безпечного розблокування пристрою та авторизації користувачів. Це підвищує рівень безпеки та зручності [1].

2. Редагування фотографій: Додатки для обробки зображень на мобільних пристроях дозволяють користувачам вносити зміни у фотографіях, додаючи фільтри, ретуш, текст та інші ефекти. Це робить мобільні пристрої потужними інструментами для креативної роботи з зображеннями.

3. Розпізнавання об'єктів та тексту: Смартфони можуть впізнавати об'єкти та текст на фотографіях і надавати користувачам інформацію про них. Це корисно для пошуку інформації про товари, ознайомлення з текстом на знімках, перекладу тексту і багатьох інших цілей.

4. Аугментована реальність (AR): Мобільні пристрої використовують розпізнавання зображень для створення AR-ігор, навчальних застосунків та інтерактивних додатків, які об'єднують віртуальний та реальний світи [2].

5. Медицина діагностика: Розпізнавання зображень на мобільних пристроях використовується в медицині для аналізу рентгенів, МРТ, УЗД та інших зображень. Це допомагає лікарям швидше та точніше проводити діагностику [3].

6. Робота зі зображеннями в реальному часі: Мобільні пристрої можуть використовувати розпізнавання зображень для обробки відеопотоку в реальному часі, наприклад, для відстеження рухів об'єктів або для додавання AR-ефектів під час відеодзвінків [4].

7. Розширене навчання та освіта: Застосунки з розпізнаванням зображень можуть служити інструментами для навчання та освіти, допомагаючи учням краще розуміти предмети через візуалізацію інформації.

8. Застосування в робототехніці та автономних системах: Розпізнавання зображень на мобільних пристроях може бути використане в робототехніці та автономних системах для навігації та взаємодії з навколишнім середовищем.

### **Переваги розпізнавання образів на мобільних пристроях**

Розпізнавання зображень на мобільних пристроях може мати кілька переваг порівняно з розпізнаванням на сервері, особливо в конкретних сценаріях. Ось кілька причин, чому локальне розпізнавання на мобільних пристроях може бути кращим вибором:

1. Приватність даних: Локальне розпізнавання зображень дозволяє обробляти дані без їх передачі на зовнішні сервери. Це забезпечує більш високий рівень приватності, оскільки фотографії та дані користувача залишаються на пристрої [5].

2. Швидкість і відгук: Локальне розпізнавання на мобільних пристроях зазвичай відбувається швидше, оскільки не потрібно чекати на відповідь від віддаленого сервера. Це важливо в сценаріях, де потрібна миттєва реакція, наприклад, в аплікаціях для допомоги водіям або відеоспостереженні. [6]

3. Зменшення навантаження на мережу: Використання локальної обробки на мобільних пристроях допомагає знизити навантаження на мережу та сервери. Це особливо важливо в умовах обмеженої мережевої пропускної здатності [7].

4. Робота в офлайн-режимі: Локальна обробка дозволяє розпізнаванню зображень працювати в офлайн-режимі, коли відсутній доступ до Інтернету. Це корисно в умовах поганого зв'язку або віддалених локаціях.

5. Зменшення витрат на передачу даних: Використання мобільного розпізнавання може допомогти зекономити витрати на мобільний зв'язок, оскільки великі обсяги даних не передаються на сервери для обробки [8].

6. Компактність та мобільність: Мобільні пристрої мають обмежені ресурси, але вони все одно можуть виконувати розпізнавання зображень завдяки оптимізованим алгоритмам і апаратним можливостям. Це дозволяє реалізувати розпізнавання зображень в компактних і мобільних пристроях, таких як смартфони та планшети [9].

### **Недоліки розпізнавання образів на мобільних пристроях**

Технології розпізнавання образів на мобільних пристроях є потужними та корисними, але вони також мають свої недоліки і виклики:

1. Обчислювальна потужність і обсяг пам'яті: Деякі застосунки для розпізнавання образів можуть вимагати значної обчислювальної потужності і обсягу пам'яті, що може призвести до зниження продуктивності мобільного пристрою та споживання батареї.

2. Потреба у великій кількості даних: Для ефективного навчання моделей розпізнавання образів потрібна велика кількість навчальних даних, іноді це може бути обмежуючим фактором, оскільки збирання таких даних може бути складним і часомістким процесом.

3. Питання приватності і безпеки: Розпізнавання образів може викликати питання щодо приватності, оскільки воно може використовувати зображення або відео користувачів без їхнього дозволу. Також може існувати ризик зловживання цими технологіями для незаконних цілей.

4. Точність і надійність: Навіть з використанням сучасних методів машинного навчання, моделі розпізнавання образів не завжди є ідеальними і можуть допускати помилки, особливо в складних умовах або з нестандартними об'єктами [10].

5. Залежність від освітлення і якості зображення: Розпізнавання образів може бути чутливим до умов освітлення та якості зображення. Погане освітлення або рух об'єкта може знизити точність розпізнавання.

### **Сучасні бібліотеки для розпізнавання образів на мобільних пристроях**

Сучасні фреймворки і бібліотеки для розпізнавання образів на мобільних пристроях розвиваються швидко і надають розробникам потужні інструменти для створення додатків з функціоналом розпізнавання образів. Ось деякі з найбільш популярних і використовуваних фреймворків і бібліотек:

TensorFlow Lite - це легкий варіант фреймворку TensorFlow, призначений для виконання моделей машинного навчання на мобільних пристроях та вбудованих системах [11]. Він має оптимізовану роботу для розпізнавання образів на мобільних пристроях. Мови програмування: Python, Java, C++, Kotlin.

Core ML - це фреймворк від Apple, спеціально розроблений для iOS та macOS [12]. Він дозволяє інтегрувати моделі машинного навчання, включаючи розпізнавання образів, безпосередньо в додатки для Apple-пристроїв. Мови програмування: Swift, Objective-C.

ML Kit for Firebase - це набір інструментів для машинного навчання від Google, який дозволяє легко інтегрувати розпізнавання образів та інші функції в додатки для Android та iOS [13]. Він підтримує велику кількість завдань машинного навчання. Мови програмування: Kotlin, Java, Swift.

OpenCV - це відкрита бібліотека комп'ютерного зору, яка надає розробникам широкий спектр інструментів для роботи з зображеннями та відео [14]. Вона підтримує розпізнавання образів та обробку зображень. Мови програмування: C++, Python, Java.

Ці фреймворки і бібліотеки дозволяють розробникам створювати мобільні додатки з розпізнаванням образів, що відповідають різним потребам і платформам. Вони забезпечують інструменти для створення додатків, які можуть розпізнавати обличчя, об'єкти, текст і багато іншого, роблячи мобільні додатки більш інтелектуальними та функціональними.

### Висновки

Сучасні інформаційні технології розпізнавання образів відкривають безмежні можливості для мобільних застосунків у різних сферах життя. Вони сприяють зручності та інноваціям, а також розвиваються надзвичайно швидко завдяки постійному вдосконаленню штучних нейронних мереж та аналізу великих обсягів даних. З цими технологіями ми можемо спостерігати подальший ріст функціональності та корисності мобільних застосунків, що спростить наше повсякденне життя та змінить спосіб, яким ми спілкуємося та взаємодіємо з оточуючим світом.

Загалом, методи розпізнавання образів грають важливу роль у розвитку мобільних технологій і допомагають створювати нові застосунки та послуги з високою функціональністю та точністю. Розуміння цих методів і їх використання в мобільних розробках стають все важливішими для розробників та дослідників.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

12. Yaseen, N. M., Salman, S. N., & Al-Betar, M. A. (2021). Facial Recognition Authentication System for Mobile Devices. *IEEE Access*, 9, 45457-45475.
13. Sandoval Orozco, A. L., & De Filippi, C. (2018). Augmented Reality, Virtual Reality, and Mixed Reality in Medical Imaging: A Review. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 47(6), 516-522.
14. Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & van Ginneken, B. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical image analysis*, 42, 60-88.
15. Xu, S., & Duan, L. (2018). Mobile augmented reality: A survey of challenges and opportunities. *IEEE Access*, 6, 29503-29514.
16. Privacy-Preserving Deep Learning [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.cis.upenn.edu/~aaroht/Papers/privacybook.pdf>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
17. Edge AI vs. Cloud AI: How AI Processing Happens on IoT Devices [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.ibm.com/cloud/blog/edge-ai-vs-cloud-ai>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
18. Why Edge AI Beats Cloud AI for Privacy and Security [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.analyticsinsight.net/why-edge-ai-beats-cloud-ai-for-privacy-and-security>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
19. Edge AI: The Future of AI and IoT [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.ibm.com/cloud/learn/edge-computing-for-iot>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
20. Mobile AI Compute: Driving the Future of AI at the Edge [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.arm.com/blogs/blueprint/mobile-ai-compute-future-of-ai-at-the-edge>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
21. Computer Vision: Algorithms and Applications [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://szeliski.org/Book>
22. TensorFlow lite [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://www.tensorflow.org/lite>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
23. Core ML [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
24. ML Kit for Firebase [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://developers.google.com/ml-kit>. Дата звернення: 12 вер. 2023.
25. OpenCV [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://docs.opencv.org>. Дата звернення: 12 вер. 2023.

REFERENCES

1. Yaseen, N. M., Salman, S. N., & Al-Betar, M. A. (2021). Facial Recognition Authentication System for Mobile Devices. *IEEE Access*, 9, 45457-45475.
2. Sandoval Orozco, A. L., & De Filippi, C. (2018). Augmented Reality, Virtual Reality, and Mixed Reality in Medical Imaging: A Review. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 47(6), 516-522.
3. Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & van Ginneken, B. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical image analysis*, 42, 60-88.
4. Xu, S., & Duan, L. (2018). Mobile augmented reality: A survey of challenges and opportunities. *IEEE Access*, 6, 29503-29514.
5. Privacy-Preserving Deep Learning [Online]. Available: <https://www.cis.upenn.edu/~aaroht/Papers/privacybook.pdf>. Accessed on: 12.09.2023.
6. Edge AI vs. Cloud AI: How AI Processing Happens on IoT Devices [Online]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/blog/edge-ai-vs-cloud-ai>. Accessed on: 12.09.2023.
7. Why Edge AI Beats Cloud AI for Privacy and Security [Online]. Available: <https://www.analyticsinsight.net/why-edge-ai-beats-cloud-ai-for-privacy-and-security>. Accessed on: 12.09.2023.
8. Edge AI: The Future of AI and IoT [Online]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/learn/edge-computing-for-iot>
9. Mobile AI Compute: Driving the Future of AI at the Edge [Online]. Available: <https://www.arm.com/blogs/blueprint/mobile-ai-compute-future-of-ai-at-the-edge>. Accessed on: 12.09.2023.
10. Computer Vision: Algorithms and Applications [Online]. Available: <https://szeliski.org/Book>
11. TensorFlow lite [Online]. Available: <https://www.tensorflow.org/lite>. Accessed on: 12.09.2023.
12. Core ML [Online]. Available: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>. Accessed on: 12.09.2023.
13. ML Kit for Firebase [Online]. Available: <https://developers.google.com/ml-kit>. Accessed on: 12.09.2023.
14. OpenCV [Online]. Available: <https://docs.opencv.org>. Accessed on: 12.09.2023.

УДК 004.92

**ФОРМУВАННЯ ПАЙПЛАЙНУ СТРУКТУРИ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ  
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

РЕВУЦЬКИЙ О.В., ЖУКОВЕЦЬКА С.Л.  
Одеський національний технологічний університет

*Показано важливість дотримання правильного технологічного ланцюжку при моделюванні. Вказані особливості пайплайну створення тривимірної моделі транспортного засобу. Розглянуто значення і вміст основних етапів пайплайну.*

Пайплайн – це конвеєр розробки всіх 3D моделей. Правильно виконані етапи дають на виході якісну та оптимізовану 3D модель. Пайплайн для гармат, техніки та предметів трохи відрізняється від пайплайну для персонажів чи будівель. Змінюються програми та технічні вимоги, проте порядок етапів залишається незмінним.

При розробці пайплайну вирішується низка технічних завдань:

- художні: у якому стилі має бути модель, з якого ракурсу її бачитимуть найчастіше, модель на передньому чи задньому плані, і чи вона анімуватиметься;
- топологічні: скільки полігонів у ній буде, врахувати правильну топологію;
- текстурні: чи потрібна карта нерівностей (normal), чи потрібна карта прозорості, чи варто розгортати кілька моделей в один атлас і як пакувати текстури;