

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту
Кафедра комп'ютерної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма Мережеві технології та інтернет речей

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії
Сергій АРТЕМЕНКО
« 30 » серпня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Киржілова Кирила Валер'яновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ***Проектування надійної комп'ютерної системи на базі процесорів AMD***

Затверджена наказом університету від « 30 » серпня 2023 року, наказ № 442-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 04 червня 2024 р.

3. Вихідні дані роботи

1. Характеристики надійності комп'ютерної системи. 2. Структура комп'ютерної системи. 3. Характеристики процесорів AMD.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз виробництва процесорів AMD та їх застосування у надійних комп'ютерних системах. 2. Обґрунтування вибору елементів та структурної схеми комп'ютерної системи. 3. Розрахунок параметрів надійної комп'ютерної системи. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Слайд 1. Мета, завдання роботи. Слайд 2. Таблиця основних характеристик процесорів AMD.

Слайд 3. Конфігурація вузлів комп'ютерної системи. Слайд 4. Характеристики материнської плати. Слайд 5. Характеристики процесора AMD. Слайд 6. Структурна схема надійної комп'ютерної системи. Слайд 7. Графік залежності коефіцієнту прискорення від коефіцієнту розпаралелювання. Слайд 8. Розрахунок коефіцієнту готовності комп'ютерної системи.

Слайд 9. Розрахунок продуктивності КС. Слайд 10. Висновки. Слайд 11. Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>PhD, ст. викл. Богданов О.О.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Шестопалов С.В., доцент</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Рибалов Б.О., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання 30.08.2023 р.

Керівники _____ Світлана САХАРОВА

_____ Тетяна ЖИРНОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Кирило КИРЖІЛОВ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз виробництва процесорів AMD та їх застосування у надійних КС</i>	<i>30.10.2023</i>	
2	<i>Обґрунтування вибору елементів та схеми комп'ютерної системи</i>	<i>30.12.2023</i>	
3	<i>Розрахунок характеристик надійної комп'ютерної системи</i>	<i>12.04.2024</i>	
4	<i>Проведення техніко-економічних розрахунків</i>	<i>10.05.2024</i>	
5	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>17.05.2024</i>	
6	<i>Підготовка презентації до захисту</i>	<i>25.05.2024</i>	

Здобувач – дипломник _____ Кирило КИРЖІЛОВ

Керівники роботи _____ Світлана САХАРОВА

_____ Тетяна ЖИРНОВА

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач – дипломник _____ Кирило КИРЖІЛОВ

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота спрямована на розробку надійної комп'ютерної системи, яка базується на процесорах *AMD*. У сучасному інформаційному середовищі, де надійність є критичним аспектом, важливо розробити систему, яка забезпечить стабільну та ефективну роботу під час різних навантажень та умов експлуатації. У рамках проекту будуть вивчені та використані різноманітні технології, що пропонуються процесорами *AMD*, для забезпечення високої швидкодії, оптимізації енергоспоживання та мінімізації ризиків виникнення неполадок.

У роботі розглянуто процес проектування надійної комп'ютерної системи на базі процесорів *AMD*, вивчаючи особливості цих процесорів та методи, які можна використовувати для забезпечення надійності в різних аспектах їхньої роботи. Такий підхід дозволить поглиблено розібратися у проблемі та знайти оптимальні рішення для створення надійних та продуктивних комп'ютерних систем.

Метою роботи є збільшення надійності, підвищення швидкодії комп'ютерної системи, що проектується. Виконаний проект складається з аналізу сучасних комп'ютерних систем, розробки нової надійної системи та розрахунку показників продуктивності і надійності.

Спроектowana комп'ютерна система може бути використана для вирішення технічних завдань різного рівня складності.

Результати роботи можуть бути корисні для розробників комп'ютерних систем, які прагнуть досягти оптимальної комбінації продуктивності та надійності на основі процесорів *AMD*.

Ключові слова: надійна комп'ютерна система, процесор *AMD*, обчислювальний кластер.

ABSTRACT

The qualification work is aimed at the development of a reliable computer system based on AMD processors. In today's information environment, where reliability is a critical aspect, it is important to design a system that will ensure stable and efficient operation under various loads and operating conditions. Within the framework of the project, various technologies offered by AMD processors will be studied and used to ensure high performance, optimize power consumption and minimize the risk of malfunctions.

The paper examines the process of designing a reliable computer system based on AMD processors, studying the features of these processors and the methods that can be used to ensure reliability in various aspects of their work. This approach will allow to understand the problem in depth and find optimal solutions for creating reliable and productive computer systems.

The purpose of the work is to increase the reliability and speed of the designed computer system. The completed project consists of the analysis of modern computer systems, the development of a new reliable system and the calculation of performance and reliability indicators.

The designed computer system can be used to solve technical tasks of various levels of complexity.

The results of the work can be useful for developers of computer systems that seek to achieve an optimal combination of performance and reliability based on AMD processors.

Keywords: *reliable computer system, AMD processor, computing cluster.*

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ПРОЦЕСОРІВ AMD ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У НАДІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	9
1.1 Аналіз розвитку сучасних процесорів <i>AMD</i>	9
1.2 Аналіз комп'ютерних систем високої надійності.....	25
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СХЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ.....	29
2.1 Обґрунтування вибору елементів комп'ютерної системи	29
2.2 Вибір мережного та додаткового обладнання.....	39
2.3 Вибір та обґрунтування структурної схеми комп'ютерної системи.....	43
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК НАДІЙНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ	45
3.1 Розрахунок коефіцієнту прискорення комп'ютерної системи	45
3.2 Розрахунок надійнісних характеристик комп'ютерної системи	48
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ ..	63
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	78
ВИСНОВОК.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	84
ДОДАТОК А – КОПІЇ СЛАЙДІВ ПРЕЗЕНТАЦІЇ	86

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Киржілов К.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сахарова С.В.				6	86
Реценз.					група КІ-543, ОНТУ		
Н. Контр.		Рибалов Б.О.					
Затверд.		Артеменко С.В.					

ВСТУП

Актуальність теми моєї роботи підтверджується Законом України «Про Концепцію Національної програми інформатизації», «Про Національну програму інформатизації», «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні», а також рекомендаціями Міжнародного союзу електрозв'язку стандартами 802.1 – 802.12, в яких особлива увага приділена інформаційним технологіям.

У сучасному цифровому віці, де швидкість, надійність та продуктивність визначають успіх, вибір правильної комп'ютерної системи стає критичним завданням для будь-якого користувача або організації. У цьому контексті процесори *AMD* виявляються справжнім інноваційним лідером, надійною основою для потужних комп'ютерних систем. Здатність забезпечувати оптимальну швидкість та ефективність, відмінна сумісність з сучасними технологіями та вражаюча продуктивність – ось лише деякі з переваг, які роблять процесори *AMD* привабливим вибором для створення надійних комп'ютерних систем.

У сучасному технологічному ландшафті, де інформація обробляється в миттєвому режимі, а вимоги до обчислювальної потужності постійно зростають, надійність комп'ютерної системи на базі процесорів *AMD* стає не лише перевагою, але й невід'ємною необхідністю. Забезпечуючи стабільну та продуктивну роботу, ці процесори грають ключову роль у різноманітних сферах, починаючи від особистих комп'ютерів до великих корпоративних мереж та обчислювальних центрів.

Надійність комп'ютерної системи є особливо важливою в критичних сферах, таких як медицина, фінанси, наукові дослідження та виробництво. Процесори *AMD* демонструють високу стабільність у роботі, що дозволяє знижувати ризики непередбачуваних відмов та втрати даних, а також забезпечувати безперервну продуктивність у вимогливих умовах. Точність та

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективність – дві ключові характеристики, які надають процесори *AMD* перевагу в сучасному технологічному ландшафті.

Надійна комп'ютерна система на базі процесорів *AMD* гарантує стабільну та ефективну роботу в будь-яких умовах. Важливість стабільної роботи полягає в тому, що вона забезпечує неперервність процесу та захищає дані від втрати або пошкодження.

Процесори *AMD* забезпечують високу стійкість до перевантажень і надмірної навантаженості, що робить їх ідеальними для постійно активних середовищ, де необхідна безперервна робота. Ефективність – це інша важлива перевага. Процесори *AMD* відзначаються високою продуктивністю при оптимізованому енергоспоживанні.

Отже, надійність та ефективність – це два стовпи, на яких ґрунтується успіх будь-якої комп'ютерної системи. Процесори *AMD* відповідають цим вимогам, забезпечуючи стабільну та ефективну роботу в будь-яких умовах і роблячи їх невід'ємною частиною сучасного технологічного ландшафту.

Об'єктом проектування є надійна комп'ютерна система. Комп'ютерні системи які є аналогами системи, що проектується, мають недостатньо високий рівень продуктивності та надійності. У системі що розробляється будуть запропоновані більш надійне та продуктивне обладнання при відносно невисокій вартості.

Метою роботи є збільшення надійності, підвищення швидкодії комп'ютерної системи.

Для досягнення цієї мети потрібно вирішити наступні завдання:

- вибрати й обґрунтувати обладнання для комп'ютерів системи;
- вибрати й обґрунтувати структуру комп'ютерної системи (КС);
- виконати розрахунок надійності та продуктивності КС.

Результатом роботи буде служити проект комп'ютерної системи, що повною мірою вирішить поставлені завдання.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ПРОЦЕСОРІВ AMD ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У НАДІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Аналіз розвитку сучасних процесорів AMD

Першим 64-бітовим процесором компанії AMD для домашніх ПК став *Athlon 64*, випущений на півроку раніше конкуруючих рішень *Intel* тієї ж розрядності, що з'явилися на ринку тільки навесні 2004 року. Спочатку існувало три версії даного чіпа: одноядерний *Athlon 64*, двоядерний *Athlon 64 X2* і *Athlon 64 FX* – продукт, орієнтований на ентузіастів з розблокованим множителем для полегшення підвищення тактової частоти (розгону) процесора. Для бюджетного сектора призначався чіп *Sempron*, що прийшов на заміну *Duron*. З технічної точки зору, основними відмінностями цього ядра від старших побратимів служили зменшений кеш *L2* і відсутність у ранніх екземплярів підтримки інструкцій *AMD64*. На відміну від компанії *Intel*, яка обрала для всього сімейства *Pentium 4* один процесорний роз'єм *LGA 775*, в *AMD* все було набагато заплутаніше. Для бюджетної лінійки *Athlon 64* і чіпів *Sempron* призначалося гніздо *Socket 754*. Більш швидкі *Athlon 64*, а так же *Athlon 64 FX* і *Athlon 64 X2* встановлювалися в роз'єм *Socket 939*. Практично всі останні моделі чотирьох видів процесорів *AMD* на архітектурі *K8* (включаючи *Sempron*) встановлювалися в нове гніздо *Socket AM2*. Перші процесори сімейства *Athlon 64* були засновані на ядрі *Clawhammer* (130-нм) з кешем другого рівня 1 Мб і його дещо модифікованому варіанті *Newcastle*, з кешем *L2* рівним 512 Кб. У вересні 2004 року були представлені перші моделі, виготовлені по 90-нм техпроцесу з кодовою назвою *Winchester* (кеш *L2* 512 Кб), а в 2005-му їх модифікація – *San Diego* (кеш *L2* 1 Мб) з оновленим контролером пам'яті. Надалі у *San Diego* з'явилася і спрощена модифікація *Venice* з урізаним вдвічі кешем другого рівня [1].

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чіпи двоядерних процесорів *Athlon 64 X2* мали назви *Toledo* і *Manchester*, хоча насправді по функціональності це були ті ж *San Diego* та *Venice*. Як і у випадку з сімейством *K7*, в маркуванні процесорів побудованих на архітектурі *K8*, вказують не тактова частота, а *PR*-рейтинг, присваивавшийся чіпам в залежності від їх продуктивності в порівнянні з *Pentium 4*. Виняток становила лише «екстремальна» серія *Athlon 64 FX*, мала двозначний індекс. В цілому процесори на архітектурі *K8* були випущені з рейтингами продуктивності від 2600 (1,6 ГГц) до 4000+ (2.4 ГГц) для одноядерних рішень і від 3800 (2 ГГц) до 4800 (2.4 ГГц). Треба сказати, що до початку 2006 року індекси продуктивності деяких одноядерних моделей *Athlon 64* підійшли до позначки 4000+, а двоядерних і зовсім 4800+ і це при тому, що найшвидший серійний процесор *Pentium 4* мав тактову частоту 3.8 ГГц. Тепер подивимося, яким був розклад сил на процесорному ринку до середини 2006 року. Для цього візьмемо найпродуктивніші рішення з існуючих на той час актуальних модельних рядів обох компаній і зведемо в підсумкову діаграму.

Як видно з діаграми на рисунку 1.1, вдалі архітектури *K7* і *K8* дозволили *AMD* не тільки наздогнати основного конкурента, а й перегнати, а майбутнє їх процесорів здавалося безхмарним. Адже вони перевершували рішення *Intel* не тільки по продуктивності, але ще і пропонували користувачам більш привабливі ціни. Лише двоядерний *Pentium D* був швидше одноядерних *Athlon 64* і *XP*, але при цьому з тріском програвав *Athlon 64 X2*, який мав таку ж кількість ядер.

Але найголовніше, що ставка *Intel* на високу тактову частоту не спрацювала, адже процесори *AMD* маючи набагато більш низькі частоти були швидше.

Це означало, що вся мікроархітектура *NetBurst* виявилася неефективною, що і призвело до повної відмови від неї і повернення до розвитку, начебто забутої *P6*. Результатом цього став вихід нового покоління

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чипів *Intel Core 2* на базі мікроархітектури *Core*, що запустив новий виток процесорних війн.

Продуктивність процесорів на архітектурах Intel NetBurst, AMD K7 и K8 (PassMark CPU Benchmark)

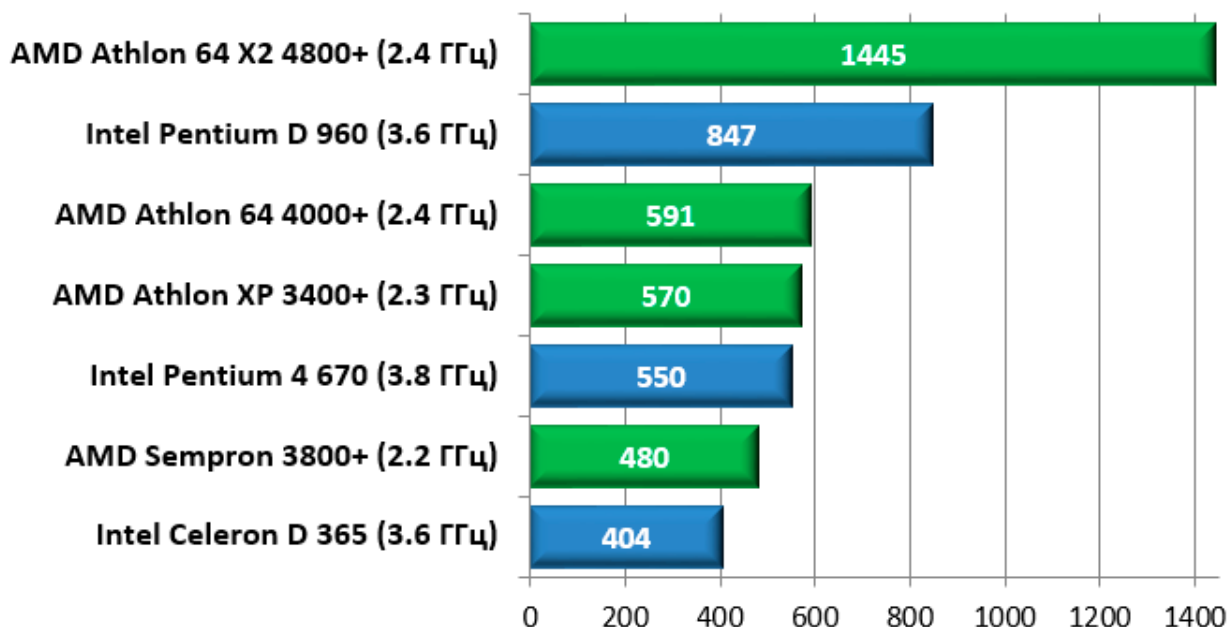


Рисунок 1.1 – Діаграма продуктивності процесорів початок 2006 р.

Втомившись зі злочасної *NetBurst*, в корпорації *Intel* було прийнято доленосне рішення повернутися до архітектури *P6*, на базі якої були побудовані чіпи попередніх і вже начебто забутих поколінь: *Pentium Pro*, *Pentium II* і *Pentium III*. У підсумку в середині 2006 року світ побачило нове покоління процесорів *Intel x86-64* під назвою *Core 2*, засноване на мікроархітектурі *Core*, що була нащадком *P6*. Серед двоядерних процесорів найпродуктивнішою серією можна однозначно назвати *E8000*, а чотириядерних – *Q9000*. Обидві лінійки мають максимальне значення *FSB* для цього покоління чіпів, рівне 1333 МГц, а так само побудовані за нормами 45-нанометрового технологічного процесу, що цілком зрозуміло виводить їх в лідери.

Адекватна відповідь *AMD* на анонс нової лінійки процесорів *Intel* пішов не відразу. Перший час компанія продовжувала вдосконалювати архітектуру *K8*, випустивши процесори сімейств *Athlon 64* і *Athlon 64 X2*,

заснованих на нових ядрах *Orleans* і *Windsor* відповідно. Модернізовані чіпи призначалися для установки в роз'єм *Socket AM2* замість *Socket 939* (940 контактів проти колишніх 939) і мали підвищені тактові частоти. Так сімейство *Athlon 64* очолив процесор з індексом продуктивності 4000+ (2.6 ГГц), а *Athlon 64 X2* – з індексом 6400+ (3.2 ГГц). Ще одним нововведенням стала збільшена до 333 МГц частота шини *Hyper-Transport*. На жаль все це *AMD* не допомогло. Подивимося на порівняльну діаграму швидкодії конкуруючих процесорів на кінець 2006 року побудованих на архітектурі *AMD K7* і *K8*, а так же *Intel Core*.

Як видно з рисунка 1.2, перевага процесорів *AMD*, яким вони володіли до середини 2006 року, разом розчинилося.

Продуктивність процесорів на архітектурах Intel Core, AMD K7 и K8 на кінець 2006 года (PassMark CPU Benchmark)

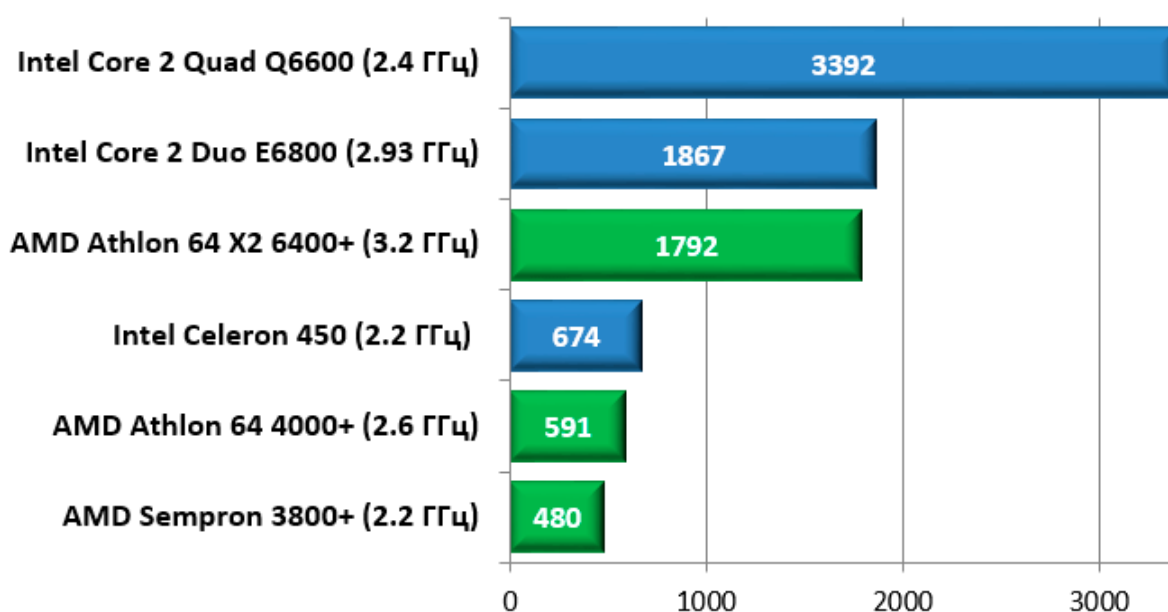


Рисунок 1.2 – Діаграма продуктивності процесорів кінець 2006 р.

Найповільніший серед лінійки *Core*, одноядерний *Celeron 450*, поклав на лопатки і свого прямого конкурента *Sempron*, і топовий на той момент *Athlon 64*, заснований на ядрі *Orleans*. У битві двоядерних чіпів перемога так само залишилася за *Intel*, ну а чотирьохядерний *Core 2 Quad* і зовсім поза конкуренцією, так як сімейство *K8* в своєму арсеналі не мала подібних

рішень. Стало очевидно, що ніякі подальші модернізації архітектури *K8* стан справ не врятують і *AMD* потрібні зовсім нові рішення для продовження успішної конкуренції на процесорному ринку.

Відповідь від *AMD* на архітектуру *Intel Core* довелося чекати більше року. В кінці 2007-ого компанія нарешті анонсувала нову мікроархітектуру *K10*. Основною її відмінністю від попередниці стало: можливість об'єднання до чотирьох модернізованих ядер на одному кристалі, вдосконалена шина передачі даних між процесором і оперативною пам'яттю (*Hyper-Transport 3.0*), наявність нерозривного кеша третього рівня *L3* (процесори *Intel* на той момент його не мали) і підтримка в перспективі стандарту пам'яті *DDR3*. Так само варто відзначити, що чіпи на базі нової мікроархітектури виготовлялися з використанням 65-нанометрового технологічного процесу.

Першими випущеними процесорами серії *K10* стали трьох і чотириядерні *Phenom*, а так само двоядерні *Athlon X2*. Як бачите, на відміну від *Intel*, яка використала в своїх багатоядерних рішеннях тільки парна кількість ядер *AMD* пішла іншим шляхом. Нові чіпи були розраховані на установку в роз'єм *Socket AM2 +* (940 контактів), який був з вигляду схожий і назад сумісний з *AM2*, тільки мав підтримку третин версії шини *Hyper-Transport*.

З появою архітектури *K10* в *AMD* було прийнято рішення відмовитися від використання рейтингу продуктивності в маркуванні процесорів, так як з масовим виходом багатоядерних чіпів порівнювати їх відносно швидкодію по тактових частотах стало проблематично.

З самого верху діаграми на рисунку 1.3, як і очікувалося, розмістилися чотириядерні процесори, серед яких пальма першості беззастережно належить *Intel*. Лише модель *Q8400* з урізаним кешем *L2* трохи відстала від топового *Phenom X4 9850 Black Edition* з розблокованим множником. Незважаючи на те, що трьохядерний чіп від *AMD* надав серйозну конкуренцію самим продуктивним двоядерним рішенням *Core 2 Duo*, маючи

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на одне обчислювальне ядро більше все ж кілька програв моделі *E8600*, виготовленої за більш тонкому техпроцесу.

Тест продуктивності процесорів на архітектурах Intel Core, AMD K8 и K10 накінець 2008 року (PassMark CPU Benchmark)

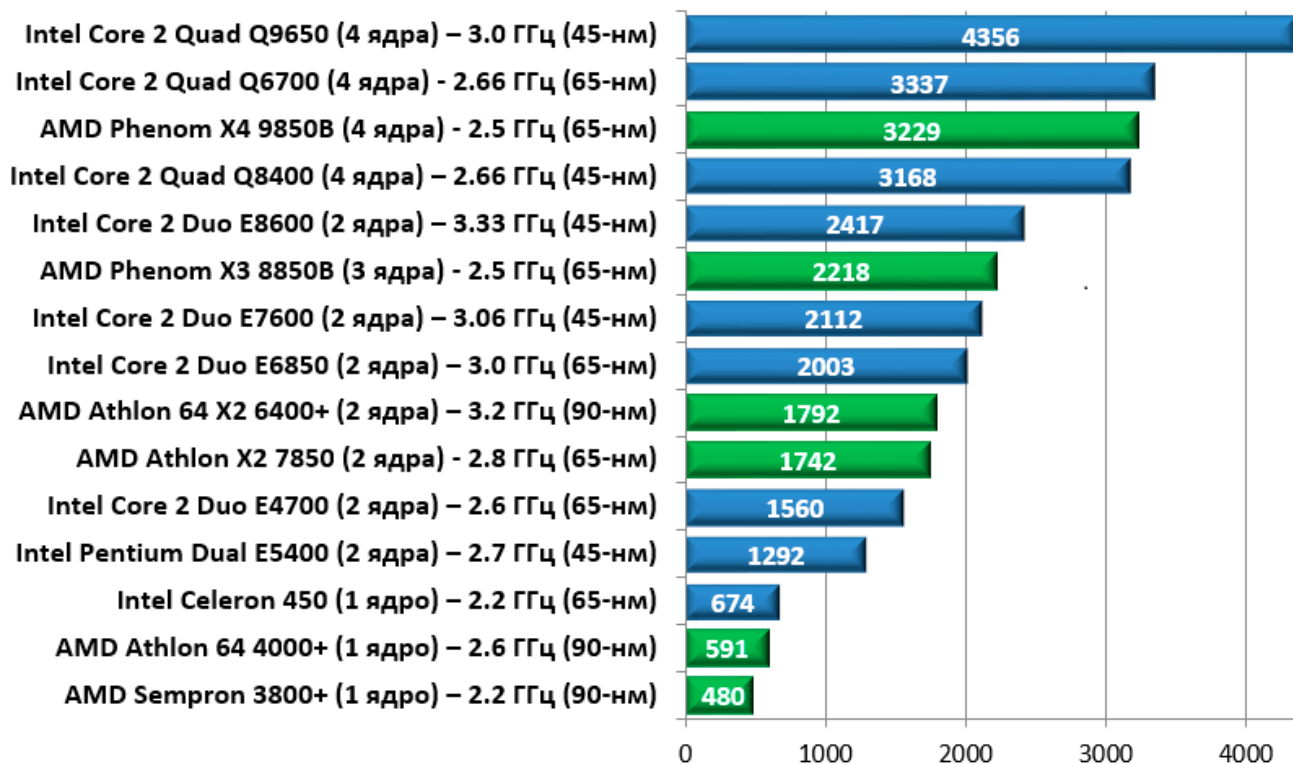


Рисунок 1.3 – Діаграма продуктивності процесорів 2008 р.

Двоядерний *Athlon X2* опинившись найшвидшим серед бюджетних рішень *Intel*, начисто програв конкуруючим неурезаним продуктам цієї компанії з тією ж кількістю ядер. Очевидно, що з появою архітектури *Intel Core* розклад на процесорному ринку різко змінився і після прориву початку 2000–х років, *AMD* знову опинилася в ролі наздоганяючої. З приходом архітектури *K10*, «зеленим» все ж вдалося дещо скоротити відставання від конкурента. Але при цьому загальний паритет на ринку зберігся – *Intel* мала в своєму арсеналі найбільш продуктивні рішення (багато в чому завдяки 45-нм техпроцесу), а *AMD* приваблювала користувачів за рахунок невисоких цін на свою продукцію.

Було зрозуміло, що для того щоб далеко не відпустити конкурента і залишитися ключовим гравцем на процесорному ринку, *AMD* архітектури *K10* в її поточному варіанті було мало. Тому вже в кінці 2008 року дебютувала оновлена архітектура *AMD K10.5*, в основі якої лежав, нарешті освоєний компанією, 45–нанометровий техпроцес. В цілому це дозволило підвищити тактові частоти процесорів *AMD*, збільшити кількість ядер до 6, а так само знизити тепловиділення і собівартість нових продуктів.

При цьому чіпи, вироблені за більш тонкому технологічному процесу, отримали назву *Phenom II*. Так само в рамках оновленої архітектури побачило світ нове сімейство процесорів *Athlon II* і модифіковані бюджетні рішення *Sempron*.

Ще одним нововведенням для процесорів *Phenom II* і *Athlon II* стала інтеграція контролера пам'яті, що підтримує відразу два її типу – *DDR2* і *DDR3*. При цьому для роботи з ОЗУ *DDR3* був розроблений новий роз'єм *Socket AM3*, який зберіг зворотну сумісність з попереднім *Socket AM2 +*. Це означало, що нові ЦП могли встановлюватися в старі материнські плати і працювати з пам'яттю попереднього покоління *DDR2*.

Отже, перехід *AMD* до нового 45-нанометровим техпроцесом і оновленої архітектури позитивно позначився на загальній продуктивності процесорів компанії. При цьому ми бачимо, що від колишньої переваги *Intel* не залишилося і сліду. Звичайно, тут варто зробити невелику поправку з урахуванням хронології виходу конкретних моделей за часом, так як виробництво найбільш продуктивних рішень довелося вже на кінець 2010, початок 2011 року, через майже два роки з моменту анонса *K10.5*. Але головне, що нова архітектура дозволила *AMD* все ж зробити крок вперед і знову нав'язати боротьбу на ринку своєму основному конкурентові.

До кінця 2011 року паритет на процесорному ринку залишився колишнім. *Intel* продовжувала домінувати і випускати найпродуктивніші рішення. *AMD* же вдалося добре закріпитися в середньому і бюджетному

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сегменті за рахунок недорогих чотириядерних і трех'ядерних рішень. Але це й не дивно, так як на протязі останніх декількох років саме невисокі ціни на свою продукцію дозволяли *AMD* триматися на плаву і протистояти більш швидких рішень *Intel*.

На нинішньому етапі *AMD* виявилася нездатна конкурувати з *Intel* в розробці високопродуктивних і енергоефективних мікроархітектури, що призвело не тільки до скорочення до 16 відсотків її ринкової частки, але і до необхідності реалізовувати продукцію з мінімальною нормою прибутку. В результаті компанія змушена шукати якісь можливості з підкорення тих ринкових сегментів, які упустив зі свого поля зору основний суперник.

У *Intel* ж ситуація зовсім інша. З одного боку, їй немає абсолютно ніякої необхідності форсувати вихід нових продуктів – конкурент відстав настільки, що ні про яке бліцкригу з його боку не може бути й мови. Але з іншого – над *Intel* нависла інша загроза: компанія може втратити звання мікропроцесорного гіганта не зусилля *AMD*, а з тієї причини, що її продукція просто втратить актуальність.

Розробка процесорів для традиційних настільних комп'ютерів перестає бути самоціллю для *Intel*. Це завдання поступово відходить на другий план, і в якості прекрасної ілюстрації змін, що відбуваються можна навести історію з виходом процесорів покоління *Ivy Bridge*. Спочатку їх чекали на початку року, потім терміни анонса зрушили на квітень, а за фактом свою експансію процесори на новій мікроархітектурі почали лише з середини літа. При цьому причиною затримок були не якісь проблеми з дизайном або виробничою технологією, а відсутність стимулів до швидкої зміни поколінь процесорів та банальне бажання виробника підчистити складські запаси масових продуктів *Sandy Bridge*.

Якщо *Intel* провела минулий рік в майже безтурботною обстановці, повільно, але вірно нарощуючи своє лідерство в звичних для себе ринкових сегментах і потихеньку буксуючи в незвичних, то *AMD* спокій міг тільки

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

снитися. Вступати в 2012-й їй довелося з досить похмуриим багажем продуктів, що не дозволяє компанії розслаблено займатися простими продажами наявних лінійок процесорів. З усього різноманіття пропозицій зразка початку 2012 року високою затребуваністю могли похвалитися лише недорогі і економічні процесори, що входять в платформу *Brazos*, непогано вписалися в бюджетні мобільні і настільні системи. Однак для спокійного життя цього явно не вистачало: реалізація недорогих процесорів приносить недостатню прибуток.

В інших же ринкових секторах положення *AMD* було дуже хитким. Флагманським процесорам з мікроархітектури *Bulldozer* для настільних систем виявилася властива розчаровує продуктивність, яку не зміг виправити навіть вийшов патч для операційних систем сімейства *Windows*. Перше ж покоління гібридних процесорів сімейства *Llano*, хоча і дозволило *AMD* проникнути на ринок мобільних комп'ютерів середньої цінової категорії більш ніж в гомеопатичному масштабі, теж було далеко від досконалості. В його основі лежала мікроархітектура п'ятирічної давності *K10*, яка не володіла достатньою економічністю і стримувала обчислювальну продуктивність, не даючи *AMD* повноцінно протиставляти свої процесори пропозицій конкурента.

В результаті *AMD* терпіла значні збитки, і було зрозуміло, що потрібно щось змінювати. Тому весь 2012 рік компанія провела під прапором кардинальної перебудови бізнесу і зміни пріоритетів. Реструктуризація, масові звільнення, зміна взаємовідносин з контрактними виробниками напівпровідників – про всі ці перипетії, що обрушилися на голову *AMD*, можна написати окремий матеріал. Однак першочерговим завданням даної статті є аналіз ринку x86-процесорів, і в цьому світлі головною подією стала глобальна коригування стратегії. З самого початку минулого року компанія виділила для себе три основних напрямки (ми говоримо зараз тільки про

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесори), де вона може бути найбільш щасливої: серверні платформи, процесори з низьким енергоспоживанням.

Самим же значущим продуктом, випущеним *AMD* протягом минулого року, стало друге покоління гібридних процесорів з кодовим ім'ям *Trinity*. Об'єднавши в собі до чотирьох ядер з мікроархітектури *Piledriver*, що представляє собою подальший розвиток закладених в *Bulldozer* ідей, і графічне ядро класу *Radeon HD 7000*, що вийшов *APU* виявився дуже затребуваний ринком. У порівнянні зі своїм попередником, *Llano*, він зміг підняти обчислювальну продуктивність приблизно на 25 відсотків, а графічну - більш ніж на 50 відсотків. Разом з тим перехід на більш досконалий дизайн зробив *Trinity* цілком економічними навіть для установки в ультракомпактні ноутбуки без перекладу їх виробництва на нові технологічні процеси. У підсумку в асортименті *AMD* з'явилися численні варіанти мобільних чотириядерних *APU* з тепловими пакетами 35, 25, 17 і навіть 15 Вт, що володіють цілком гідними характеристиками для того, щоб почати активне завоювання мобільного сегменту.

Іншими словами, процесори *Trinity* стали вельми успішним продуктом *AMD* для мобільного ринку. З кожним новим кварталом їх поставки помітно зростають, і до сьогоденного моменту майже кожен третій поставляється *AMD* процесор має дизайн *Trinity*. Їх затребуваність помітна і по прилавках магазинів: ноутбуки на базі нових гібридних процесорів *AMD* трапляються на очі все частіше, причому серед них є навіть і аналоги інтелівських ультрабуків, що продаються при цьому за дуже привабливою ціною. Звичайно, *Trinity* програють старшим мобільним процесорам конкурента з точки зору обчислювальної продуктивності, але зате графіка в цих *APU* просто відмінна. Вона не тільки помітно швидше інтелівської, вона краще на якісному рівні, так як допускає повноцінне ігрове використання мобільного комп'ютера. На жаль, з кожним днем ситуація все сильніше виглядає так, як

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ніби *AMD* збирається остаточно здати своєму конкуренту сегмент продуктивних процесорів для настільних систем.

Звичайно, компанія обіцяє продовжувати роботу над поліпшенням своєї мікроархітектури і навіть має виразні ідеї, як це можна зробити, але поява процесорів *FX* наступного покоління відсунуто на невизначений термін.

До того ж продуктивні настільні системи не входять в число вибраних *AMD* «точок зростання»: їх розвиток відбувається лише попутно з серверними платформами. А на цьому ринку позиції *AMD* досить сильні і без того. Споживачі задоволені наявними процесорами *Opteron*, так як вони пропонують велику кількість обчислювальних ядер за порівняно невисокою ціною. Наприклад, з введенням в дію мікроархітектури *Piledriver* в ряду серверних процесорів *AMD* з'явилися *Opteron* для платформи *G34* з дизайном *Abu Dhabi*, число *x86*-ядер в яких доходить до 16. А це – унікальне для галузі пропозицію. Надалі ж у розвитку серверної лінійки компанії пріоритет буде віддаватися не вдосконалення мікроархітектури, а встраюванню в процесори *Opteron* 64-бітних ядер з архітектурою *ARM*. І це взагалі дивовижна метаморфоза. Маючи плани по просуванню архітектури *ARM* в серверний сегмент, *AMD* збирається атакувати ринок процесорів для планшетних комп'ютерів з носіями архітектури *x86*. Логіка компанії така, що планшетних *ARM*-процесорів занадто багато і без неї, тому вона хоче зробити більш оригінальну ставку. І першим реченням такого роду став випущений в кінці 2012 року двоядерний гібридний процесор *Hondo*, побудований на енергоефективної мікроархітектури *Vobcat*. Тепловиділення такого *CPU* не перевищує 5 Вт, але при цьому він має в своєму розпорядженні досить продуктивним для свого класу графічним ядром *Radeon HD 6250*. *AMD* вважає, що таке співвідношення характеристик добре підходить для *Windows*-планшетів, частка яких на ринку повинна збільшитися до 20 відсотків протягом найближчих трьох-п'яти років.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Для подібних же застосувань *AMD* готує і масштабне оновлення своєї економічної мікроархітектури, яке має відбутися вже на початку цього року. На зміну успішному проекту *Bobcat* прийде *Jaguar*, який повинен дати початок двом лінійок процесорів: *Temash*, націленим на планшетні комп'ютери, і *Kabini*, орієнтованим на недорогі і економічні десктопні та мобільні системи. Втім, протягом 2012 року показав себе дуже непогано і *Bobcat*. За рахунок модернізації графічного ядра і збільшення тактових частот ця мікроархітектура дозволила оновити платформу *Brazos* до версії 2.0, забезпечивши тим самим сталість продажів відповідних продуктів. Хоча це і здається дивним, частка носіїв мікроархітектури *Bobcat* в загальній масі відвантажуються *AMD* процесорів доходить до 40 відсотків. Це число добре ілюструє той багаж, з яким *AMD* вступила в 2013 рік. Три чверті продаваних компанією процесорів – це недорогі гібридні продукти. Причому, якщо врахувати наявний в розпорядженні *AMD* потенціал, чекати якогось зміни в такій картині найближчим часом не доводиться. Заходи, що вживаються керівництвом компанії заходи щодо оптимізації бізнесу спрямовані на скорочення номенклатури розробляються і продуктів, що поставляються, тому *AMD* навряд чи стане джерелом якихось сюрпризів. Підводячи загальний підсумок, 2012 рік можна оцінити як досить нудний період в сегменті традиційних настільних.

За останні кілька років процесори *AMD* набули величезної популярності. Все завдяки високій ефективності, оптимальному тепловиділенню, демократичним цінам і, звичайно ж, чудовій продуктивності.

AMD Ryzen 9 5950X входить у топ процесорів, які можна встановити на материнську плату із *Socket AM4*. Ця платформа з підтримкою двоканальної пам'яті розроблена переважно для виконання ігрових та мультимедійних завдань. *Ryzen 9 5950X* з 16 ядрами, 32 потоками та тактовою частотою 3,4–4,9 ГГц відмінно справляється з оперативним аналізом даних, рендерінгом,

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектуванням, геймінгом. Також пристрій підходить для роботи у багатозадачному режимі зі складними завданнями. А підвищити обчислювальні можливості ПК передбачена підтримка процесором технологій *Precision Boost 2, PCIe 4.0, Precision Boost Overdrive 4*. Зверніть увагу, що для стабільної та коректної роботи системи та комп'ютера в цілому необхідне залучення водяного або повітряного охолодження.

Переваги:

- високі показники продуктивності;
- 16 ядер та 32 потоки;
- розблокування множника;
- підвищена швидкість рендерінгу.

Недоліки:

- необхідність ефективної системи охолодження;
- складна процедура налаштування *BIOS*.

Також у топ найкращих *AMD* процесорів 2022-2023 варто додати *AMD Ryzen 7 5800X3D*. Цей процесор перевершує багатьох конкурентів, пристрій відрізняється високою продуктивністю, продиктованою унікальним підходом до кеш-пам'яті *AMD 3D V-Cache*. Ця модель вважається експериментальною, оскільки кеш третього рівня розширено до 96 Мб. Навіть старші моделі мають не більше 64 Мб. Таке рішення дозволило суттєво зменшити залежність між продуктивністю та частотою пам'яті. Крім того, збільшення кешу третього рівня надало можливість підвищити обсяг даних для тимчасового зберігання. Робочі частоти сягають позначки 3,4 ГГц, при розгоні – до 4,5 ГГц.

Переваги:

- висока ігрова продуктивність;
- розширена кеш-пам'ять *3D V-Cache*;
- зменшення залежності від пам'яті.

Недоліки:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- необхідна система рідинного охолодження;
- потребує наявність материнки AMD AM4.

Кращі AMD процесори неможливо уявити без розробленої по 7-нм техпроцесу моделі AMD Ryzen 7 5700G з 8 ядрами та 16 потоками. Virізняє пристрій висока тактова базова частота, яка становить 3,8 ГГц. Передбачено можливість розгону та підвищення частоти роботи всіх ядер до значення 4,6 ГГц. Але для зручності розгону виробником рекомендовано використання фірмового програмного забезпечення *AMD Ryzen Master*. А підтримка технології *AMD StoreMI* дозволяє максимально оперативнo та безпроблемно розширити сховище даних персонального комп'ютера. Цей процесор рекомендований для встановлення в геймерські ПК, щоб гравці могли повноцінно насолодитися чудовою графікою та відчутти високу продуктивність навіть у складних іграх.

Переваги:

- наявність інтегрованого відеоядра *AMD Radeon Graphics*;
- розблокований множник;
- незначне нагрівання за рахунок кулера;
- підвищена продуктивність.

Недоліки: відсутні

Топовий процесор AMD Ryzen 7 3700X для найвибагливіших завдань. Чіп створений на основі 7-нм архітектури Zen2, має на борту 8 ядер, що підтримують багатопоточний режим роботи. Базова частота становить 3,6 ГГц, а максимальна – 4,4 ГГц. Множина, як і на більшості моделей процесорів AMD, розблокована. Через сучасний техпроцес теплове виділення мінімальне, але для охолодження рекомендована система з полірованою основою, а не з прямим контактом теплових трубок. Завдяки високій продуктивності як на одне ядро, так і в багатопотоковому режимі чіп Ryzen 7 3700X став чудовим варіантом для встановлення в ігровий ПК.

Переваги:

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- техпроцес Zen 2;
- багатоядерна продуктивність;
- 8 ядер та 16 потоків;
- підтримується шина PCI-E 4.0.

Недолік:

- висока ціна.

AMD Ryzen 5 7600X

За рахунок надійної одноядерної та феноменальної багатоядерної продуктивності пристрій справляється з будь-якими поставленими завданнями. Внутрішнє наповнення моделі розроблено за аналогією із попередником Ryzen 6000-ї серії, але продуктивність зросла на 25%. Процесор має 6 ядер та 12 потоків, які підтримують тактову частоту 4,7 ГГц з можливістю розгону до 5,3 ГГц.

Переваги:

- підвищена тактова частота + можливість розгону до 5,3 ГГц;
- підтримка стандарту пам'яті DDR5 та шини передачі даних PCIe 5.0;
- високі значення енергоефективності.

Недолік:

- незначне нагрівання при багатоядерній продуктивності.

У топ AMD процесорів [2] входить модель Ryzen 5 5600X, яка розроблена за 7-м технологічним процесом. Архітектура десктопного процесора представлена формулою з 6 ядер та 12 потоків. Завдяки об'єднанню та оптимізації кеш-пам'яті виробнику вдалося досягти підвищеної продуктивності, що підходить для геймінгу, створення графічного контенту, роботи з ресурсомісткими завданнями. Процесор, тактова частота якого становить 3,7–4,6 ГГц, оснащено інтегрованим контролером пам'яті, а також підтримує програму розгону AMD Ryzen Master та технології PCIe 4.0, Precision Boost 2, Precision Boost Overdrive 4.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реалізовано підтримку модуля пам'яті DDR4 3200 з граничним об'ємом до 128 ГБ.

Таблиця 1.1

Характеристики сучасних процесорів AMD

<i>Branding and model</i>		<i>Cores (threads)</i>	<i>Clock rate (GHz)</i>		<i>L3 cache (total)</i>	<i>TDP</i>	<i>Release date</i>
			<i>Base</i>	<i>Boost</i>			
<i>Ryzen 9</i>	<i>5950X</i>	16 (32)	3.4	4.9	64 MB	105 W	Nov 5, 2020
	<i>5900X</i>	12 (24)	3.7	4.8			
	<i>5900</i>		3.0	4.7	65 W	Jan 12, 2021	
	<i>PRO 5945</i>					Sep 2022	
<i>Ryzen 7</i>	<i>5800X3D</i>		8 (16)	3.4	4.5	96 MB	105 W
	<i>5800X</i>	3.8		4.7	32 MB	Nov 5, 2020	
	<i>5800</i>	3.4		4.6		65 W	Jan 12, 2021
	<i>5700X3D</i>	3.0		4.1	96 MB	105 W	Jan 31, 2024
	<i>5700X</i>	3.4		4.6	32 MB	65 W	Apr 4, 2022
	<i>PRO 5845</i>						Sep 2022
<i>Ryzen 5</i>	<i>5600X3D</i>	6 (12)	3.3	4.4	96 MB	105 W	Jul 7, 2023
	<i>5600X</i>		3.7	4.6	32 MB	65 W	Nov 5, 2020

<i>Branding and model</i>	<i>Cores (threads)</i>	<i>Clock rate (GHz)</i>		<i>L3 cache (total)</i>	<i>TDP</i>	<i>Release date</i>
		<i>Base</i>	<i>Boost</i>			
	5600	3.5	4.4			Apr 4, 2022

1.2 Аналіз комп'ютерних систем високої надійності

Надійність комп'ютерних систем – це один із ключових аспектів, на якому будується успішне функціонування будь-якої технологічної інфраструктури. У сучасному світі, де комп'ютери використовуються в усіх сферах життя, від особистих справ до корпоративного управління, надійність стає критичним аспектом. Надійні комп'ютерні системи мають забезпечувати стабільну роботу протягом тривалого часу без непередбачених відмов або втрати даних [3].

Основні складові надійної комп'ютерної системи включають надійне апаратне забезпечення, оптимізоване програмне забезпечення, ефективну систему охолодження та надійні механізми резервного копіювання даних. При цьому важливою є якість підтримки і обслуговування комп'ютерів, щоб вчасно виявляти та усувати можливі проблеми.

Надійні комп'ютерні системи відіграють важливу роль у сферах, де недоступність або втрата даних може призвести до серйозних наслідків, таких як медицина, фінанси, наукові дослідження та виробництво. Також вони є важливим елементом інформаційної безпеки в сфері корпоративного управління та захисту конфіденційної інформації.

Отже, розумна інвестиція в надійні комп'ютерні системи є важливою для забезпечення продуктивності та безпеки в сучасному цифровому світі. Вони стають невід'ємною складовою технологічного прогресу, що підтримує ефективне функціонування різноманітних галузей діяльності та сприяє досягненню поставлених цілей.

Надійні комп'ютерні системи сприяють досягненню поставлених цілей шляхом забезпечення безперебійності та ефективності роботи. Вони

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						25
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

дозволяють користувачам концентруватись на виконанні завдань, не турбуючись про можливі відмови апаратного забезпечення або втрату даних. Надійна комп'ютерна інфраструктура також сприяє збереженню часу і ресурсів, оскільки уникнення перерв у роботі дозволяє уникнути затримок і непередбачених витрат на відновлення системи.

Більш того, надійність комп'ютерних систем підвищує довіру користувачів і споживачів до продуктів чи послуг, що надаються за допомогою цих систем. Це особливо важливо в сферах, де впевненість у безпеці і надійності має критичне значення, наприклад, у фінансовому секторі або в сфері медичних послуг.

Отже, надійні комп'ютерні системи не лише допомагають зберегти час і ресурси, але й сприяють підвищенню ефективності бізнесу, покращенню якості обслуговування та зміцненню довіри споживачів, що відображається в досягненні стратегічних цілей та успішному розвитку організації чи підприємства.

У сучасному цифровому світі, де технології швидко розвиваються і використовуються в усіх аспектах нашого життя, надійність комп'ютерних систем стає однією з найважливіших складових. Надійність є ключовою для забезпечення продуктивності, безпеки та ефективності роботи.

У сучасному світі, де інформація є однією з найцінніших ресурсів, надійні комп'ютерні системи стають критично важливими в різних сферах діяльності:

- у бізнесі надійність комп'ютерних систем є ключовою для забезпечення безперервності роботи організаційних процесів, ефективного управління даними та забезпечення конкурентоспроможності.

- у медичній сфері надійність систем може буквально врятувати життя, забезпечуючи швидкий доступ до медичної інформації та точність діагностики.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

– в наукових дослідженнях надійні комп'ютерні системи дозволяють вченим проводити складні обчислення та моделювання без ризику втрати даних або результатів.

Надійність комп'ютерних систем залежить від багатьох факторів, серед яких:

– апаратне забезпечення: якість компонентів, їх життєвий цикл та стійкість до перевантажень;

– програмне забезпечення: відповідність програм до стандартів безпеки та якості, налагодженість і оновлення;

– мережева безпека: заходи захисту від вірусів, зловмисного програмного забезпечення та кібератак.

Забезпечення надійності комп'ютерних систем включає в себе впровадження таких стратегій та технологій, як:

– резервне копіювання: створення резервних копій даних для відновлення у випадку втрати або пошкодження.

– розділення завдань: розділення функцій системи між декількома компонентами для зменшення ризику відмови.

– контроль якості: систематичні перевірки та тестування для виявлення та усунення потенційних проблем.

Надійні комп'ютерні системи є важливим елементом сучасного цифрового світу, де технології пронизують майже всі сфери життя. Вони відіграють критичну роль у забезпеченні стабільності, безпеки та ефективності роботи комп'ютерних пристроїв в умовах постійного зростання обсягу та складності обробки інформації.

Значення надійних комп'ютерних систем:

1. Стабільність і безперебійність роботи: надійна комп'ютерна система забезпечує безперебійну роботу пристроїв навіть у вимогливих умовах. Це особливо важливо для бізнесу, де недоступність комп'ютерів може призвести до серйозних фінансових втрат.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. **Захист від втрати даних:** надійна система має механізми резервного копіювання даних, які забезпечують їхню безпеку в разі відмови апаратного забезпечення або інших аварійних ситуацій.

3. **Збереження репутації і довіри:** у багатьох галузях, таких як медицина, фінанси або наукові дослідження, надійні комп'ютерні системи відіграють критичну роль у збереженні репутації та довіри клієнтів та партнерів.

Чинники, що впливають на надійність комп'ютерних систем:

1. **Якість апаратного забезпечення:** використання високоякісних компонентів та обладнання є основним фактором, який впливає на надійність системи.

2. **Програмне забезпечення:** відповідність програмних рішень стандартам безпеки, а також їх стабільність та надійність, мають велике значення для функціонування системи.

3. **Мережева безпека:** заходи захисту від вірусів, шкідливих програм та кібератак також впливають на загальну надійність комп'ютерної системи.

Стратегії забезпечення надійності:

1. **Регулярні перевірки та обслуговування:** проведення регулярних технічних оглядів та обслуговування забезпечує вчасне виявлення та усунення можливих проблем.

2. **Резервне копіювання:** створення резервних копій даних є важливим елементом стратегії захисту інформації та забезпечення безперебійної роботи системи.

3. **Використання надійних програмних рішень:** вибір стабільних та надійних програмних продуктів допомагає зменшити ризик виникнення проблем з функціонуванням системи.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СХЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Обґрунтування вибору елементів комп'ютерної системи

Обрана материнська плата *ASUS TUF GAMING B550-PLUS WIFI II* – це досить гарний варіант, для процесорів *AMD*. В ній є багато слотів різного типу, швидкий *wifi*, *Bluetooth*, непогане охолодження, зрозумілий *BIOS* та приємне *RGB* підсвічування.

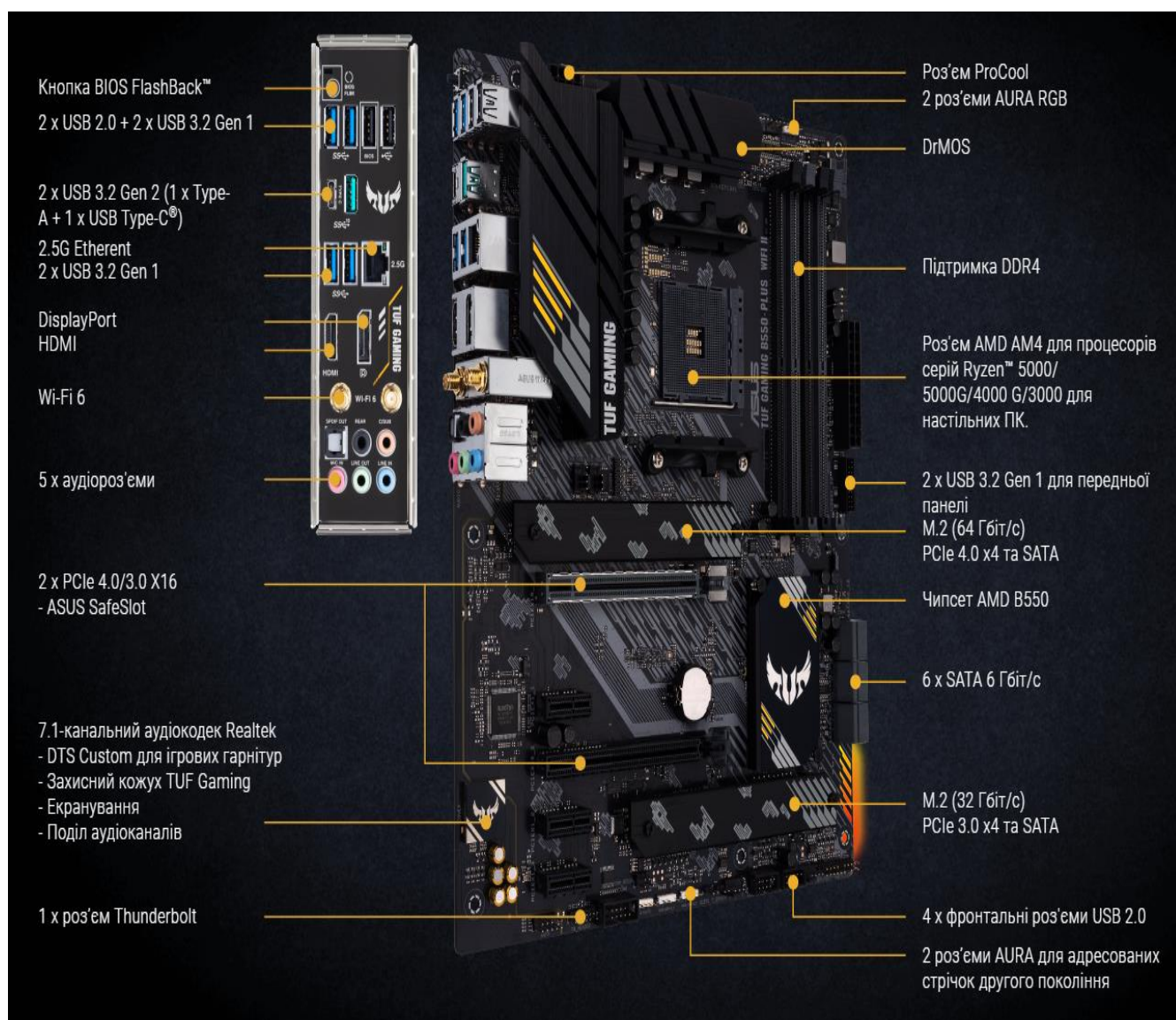


Рисунок 2.1 – Материнська плата *ASUS TUF GAMING B550*

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Характеристики материнської плати:

Сокет - *Socket AM4*

Формфактор - *ATX*

М.2 - 2 шт

Максимальна частота пам'яті - 4866 МГц

Відеовиходи - *1 x HDMI, DisplayPort*

Максимальний об'єм оперативної пам'яті - 128 ГБ

Конектор живлення - *1 x 24-pin, 1 x 8-pin 12V*

Контролер RAID - 0, 1, 10

Ціна: 6533₴.

На місце процесора обрано *AMD Ryzen 9 5950X 3.4GHz/64MB*.



Рисунок 2.2 – Процесор

Характеристики процесора:

Тип роз'єма - *Socket AM4*

Кількість ядер - 16

Інтегрована графіка - Немає

Кількість потоків - 32

Тактова частота процесора - 3.4 ГГц

Максимальна тактова частота - 4.9 ГГц

Архітектура ядра *AMD - Zen 3*

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип пам'яті - *DDR4*

Техпроцес - 7 нм

Об'єм кеш пам'яті 2 рівня - 8 МБ

Об'єм кеш пам'яті 3 рівня - 64 МБ

Максимальна пропускна спроможність пам'яті - до 3600 МГц

Потужність TDP - 105 Вт

Ціна: 20989₴.

Корпус *DeepCool Matrexx 50 ADD-RGB 4F*.



Рисунок 2.3 – Корпус *DeepCool Matrexx*

Характеристики корпусу:

Кількість внутрішніх відсіків 3.5" - 2

Кількість відсіків 2.5" - 4

Кількість встановлених вентиляторів - 4

Розміри - 210 x 479 x 442 мм

Вага - 7.4 кг

Максимальна довжина відеокарти - 370 мм

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Функціонал і роз'єми лицьової панелі – 1 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, вхід для мікрофона, вихід на навушники.

Ціна: 3899₴.

Блок живлення *CHIEFTEC Polaris 3.0 1050W*.



Рисунок 2.4 – Блок живлення

Характеристики блоку живлення:

Потужність - 1050 Вт

Технології захисту - Захист від короткого замикання (*SCP*), захист від перевантаження від напруги (*OCP*), захист від перепадів напруги (*OVP/UVP*)

Кількість SATA роз'ємів - 9

Кількість конекторів IDE (*Molex*) - 4

Функція PFC - Активний

Вага - 3.1 кг

Діаметр вентилятора в міліметрах – 135 мм.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Ціна: 7188₴.

У якості обраної внутрішньої оперативної пам'яті було обрано *Kingston Fury DDR4-3600*. На мою думку – це найкраща оперативна пам'ять за свою ціну.

Внутрішня пам'ять комп'ютера – 2 модуля *Kingston Fury DDR4-3600* з об'ємом пам'яті 32 ГБ кожний. Таким чином загальний об'єм пам'яті на кожному комп'ютері – 64 ГБ.



Рисунок 2.5 – Модулі RAM

Характеристики RAM:

Об'єм пам'яті – 32 ГБ

Частота пам'яті – 3600 МГц

Напруга живлення – 1.35 В

Охолодження – низькопрофільний теплорозподільник асиметричної форми

Тип пам'яті - *DDR4 SDRAM*

Ефективна пропускна здатність – 28800 МБ/с

Схема таймінгів пам'яті – CL17-21-21

Ціна: 1899₴.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Зовнішня пам'ять комп'ютера була обрана двох видів. У вигляді жорсткого магнітного диску та накопичувача *SSD*, яка вбудовується в комп'ютер і працює з флеш-пам'яттю використовуючи мікросхеми.

Жорсткий диск *Seagate BarraCuda HDD 1TB 7200rpm*



Рисунок 2.6 – HDD

Характеристики HDD:

Місткість накопичувача - 1 ТБ

Форм-фактор – 3.5"

Інтерфейс підключення - SATAIII

Швидкість обертання шпинделя - 7200 об/хв

Технологія - HDD

Об'єм буфера - 64 МБ

Середній час очікування – 4.16 мс

Швидкість передачі даних – 210 МБ/с

Ціна: 1529€ .

Твердотільний накопичувач *SSD Kingston NVMe M.2*.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

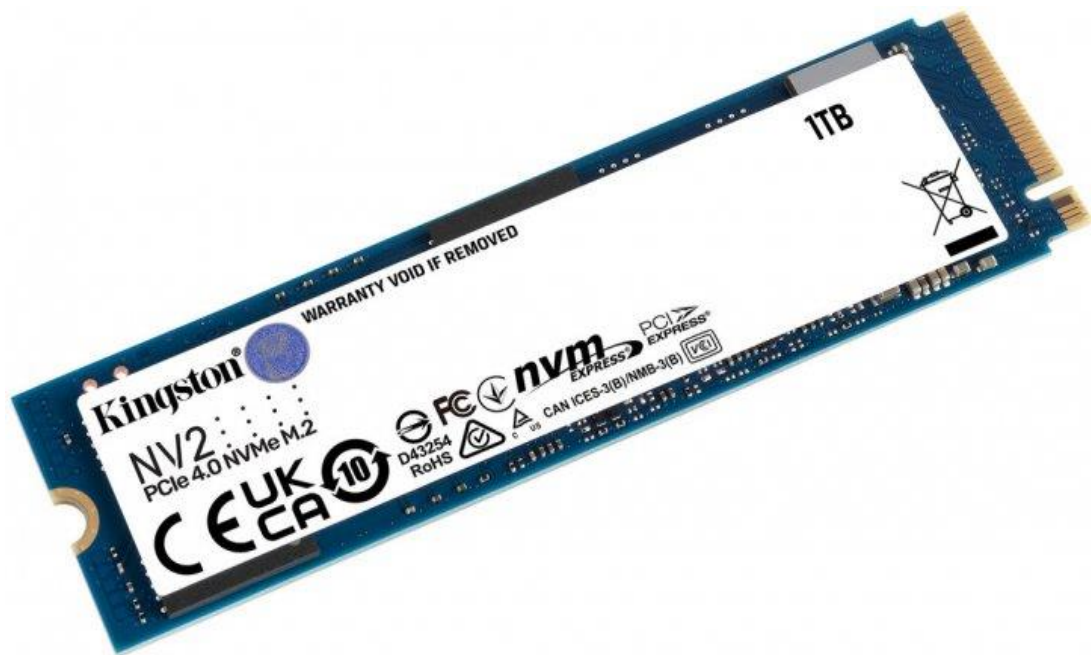


Рисунок 2.7 – Твердотільний накопичувач SSD

Характеристики SSD:

Об'єм - 1 ТБ

Швидкість читання – До 3500 МБ/с

Швидкість запису – До 2100 МБ/с

Форм-фактор – М.2

Час напрацювання на відмову – 1 500 000 годин

Стійкість до ударних навантажень:

Пікова при роботі: 2.17G

Пікова при простої: 20G

Інтерфейс підключення – PCI Express 4.0 x4

Ціна: 2259₴.

Для відеосистеми було вирішено обрати відеокарту *Asus PCI-Ex GeForce RTX 3080 Ti TUF Gaming OC* з відео пам'яттю на 12ГБ. Це достатньо потужна та якісна відеокарта з підсвіткою. З плюсів можна підкреслити те, що вона не перегрівається, підтримує якість 4к і має функцію *RayTracing*.

Відеокарта *Asus PCI-Ex GeForce RTX 3080 Ti TUF Gaming OC 12GB*

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.8 – Відеокарта *Asus PCI-Ex GeForce RTX 3080 Ti*

Характеристики відеокарти:

Частота пам'яті – 19000 МГц

Частота ядра – *OC Mode*: 1785 МГц, *Gaming Mode*: 1755 МГц

Об'єм пам'яті - 12 ГБ

Розрядність шини пам'яті – 384 біт

Максимальна роздільна здатність - 7680x4320

Підтримувані 3D API - *DirectX 12, OpenGL 4.6*

Тип пам'яті - *GDDR6X*

Мінімально необхідна потужність БП – 750 Вт

Розміри – 299.9 x 126.9 x 51.7 мм

Інтерфейс – *PCI-Express x16 4.0*

Рознімання - *DisplayPort, HDMI*

Особливості - Підтримка UHD 4K, Підтримка UHD 8K, Підтримка VR,
Підтримка від 3 моніторів, 3 бекплейтом, 3 підсвічуванням

Ціна: 39769₴.

Монітор 23.8" *Samsung S24C310 (LS24C310EAIXCI)*

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Рисунок 2.9 – Монітор

Характеристики монітора:

Діагональ дисплея - 23.6"

Частота оновлення - 144 Гц

Максимальна роздільна здатність дисплея - 1920x1080 (*FullHD*)

Тип матриці - VA

Інтерфейси - *DisplayPort*, 2 x *HDMI*

Особливості - *Flicker-Free* та Вигнутий екран

Горизонтальний кут огляду - 178°

Вертикальний кут огляду - 178°

Ставлення сторін - 16:9

Ціна: 6050₴.

Характеристики миші:

Підключення - комбіноване

Особливості - з підсвічуванням, бездротове підключення, симетричний дизайн.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтерфейс - *USB, USB* адаптер 2,4 ГГц

Максимальна роздільна здатність сенсора, *dpi* - 400-6400

Швидкість відстеження - 400 дюймів/с

Частота опитування сенсора - 1 мс

Ціна: 2999₴ .

Характеристики клавіатури:

Тип клавіатури - Мембранна

Підключення - Дротове

Розкладка - *Eng / Ru / Ukr*

Вага – 720 г

Довжина кабелю – 1.5 м

Розміри – 467 x 190 x 28 мм

Ціна: 619 грн.

Отже, ціна одного комп'ютера без периферійних пристроїв складає:

$$C_{\text{комп}} = 6533 + 20989 + 3899 + 2309 + 7188 + 1899 + 1529 + 2259 + 39769 = 86\,374₴.$$

$$3 \text{ периферією: } 86\,374 + 6050 + 2999 + 619 = 96\,040₴.$$

Продуктивність можна знайти за такою формулою:

$$P_{\text{max}} = k1 * k2 * f, \tag{2.1}$$

де $k1$ – кількість ядер процесору,

$k2$ – кількість операцій за один такт,

f – частота процесора.

Підставимо вихідні данні в формулу:

$$P_{\text{max}} = 16 * 4 * 3.4 = 217.6 \text{ ГФлопс}$$

Ефективність можна знайти за формулою:

$$E_k = \frac{P_{\text{max}}}{C_{\text{комп}} + C_{\text{експл}}}, \tag{2.2}$$

де P_{max} – ефективність комп'ютера,

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_{\text{комп}}$ – загальна вартість комп'ютера,

$C_{\text{експл}}$ – вартість експлуатації.

Тепер підставимо значення в формулу:

$$E_k = \frac{217.6}{96040+9604} = 2.06 * 10^6 \frac{\text{Флопс}}{\text{Грн}}$$

2.2 Вибір мережного та додаткового обладнання

Мережне обладнання вибираємо відповідно до поставлених завдань.

Опис обраного мережного обладнання зведено в таблицю 2.1. Використана комунікаційна мережа – *Gigabit Ethernet*. Для підвищення відмовостійкості системи використовуються дві комунікаційні мережі. Таким чином, кількість необхідного комутаційного обладнання подвоюється.

Таблиця 2.1

Мережне обладнання КС

Обладнання	Кількість	Опис	Потрібно
Мережний інтерфейс	Один для кожного мережного з'єднання	Для кожного мережного з'єднання в кластерній системі необхідно встановити мережний інтерфейс.	Так
Мережний комутатор	Два	Два комутатори дозволяють підвищити відмовостійкість кластера.	Так
Мережний кабель	Один для кожного мережного з'єднання	Мережний кабель категорії 6 з конектором <i>RJ-45</i> , з'єднує кожний мережний інтерфейс із комутатором.	Так

Загалом, для створення комунікаційного каналу в комп'ютерній системі використані:

– два комутатори, кожний з яких розрахований на підключення всіх комп'ютерів. Вибираємо як мережний комутатор *HP 6000-32G-4SFP*.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристики мережного комутатора *HP 6000-32G-4SFP* представлені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристики мережного комутатора *HP 6000-32G-4SFP*

Вага	4.72 кг
Габарити (В*Г*Ш)	43.9 мм *305 мм*342 мм
Кількість 1000FX портів	4xSFP
Кількість LAN портів	32x10/100/1000TX
Кількість PoE+ портів	4xPoE
Кількість портів	32
Комутаційна здатність	104 Гбіт/с
Модель	6000-32G-4SFP+ (R8N86A)
Порти	SFP, Gigabit Ethernet
Швидкість перенаправлення 64-байтних пакетів	77.3 Mpps
Форм-фактор	настольний

Серія *HP Aruba CX 6000* – це сучасне сімейство комутаторів доступу, ідеально підходять для філій, середнього бізнесу та малих підприємств. Серія *Aruba CX 6000*, розроблена для надійного, простого та покращеного доступу, забезпечує зручне та економне рішення проводового доступу для мереж, які підтримують *IoT*, мобільні та хмарні додатки. Серія *Aruba CX 6000* заснована на архітектурі *Aruba ASIC* з програмованою операційною системою *AOS-CX*, яка використовується в усьому портфоліо *Aruba CX* для більш послідовних та ефективних операцій оператора. Ця повністю керована серія має зручні вбудовані висхідні лінії з потужністю до 370 Вт класу 4 *PoE* для підтримки пристроїв *IoT*, таких як камери безпеки та бездротові точки доступу. Компактна модель без вентилятора ідеально підходить для тихих невеликих

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих місць. Серія *Aruba CX 6000* проста у розгортанні та використанні з гнучким вибором керування, що дозволяє найкраще підходити для бізнесу та мережевого середовища. Таким чином, у комп'ютерну систему може бути додатково підключене до 16 вузлів, що дає перевагу проектованій системи в масштабованості.

В кожному комп'ютері необхідно підключити:

- дві мережні карти *Gigabit Ethernet* для кожного вузла системи;
- мережний кабель для з'єднання комп'ютерів з комутаторами за стандартом *1000 Base-T*. Категорія кабелю – 6. Кількість кабелю – 80 м.

Вибір джерела безперебійного живлення.

Як додаткове обладнання, застосовуваного в системі, необхідно використовувати джерело безперебійного живлення (ДБЖ). У таблиці 2.3 приводиться вибір необхідного обладнання для захисту системи від збоїв в електромережі. Вибираємо систему джерела безперебійного живлення з двох ДБЖ типу *APC Smart-UPS 8500 Rackmount 3U*, потужність 8,5 кВт.

Таблиця 2.3

Джерело безперебійного живлення

Обладнання	Кількість	Опис	Потрібно
Джерело безперебійного живлення	Два	<p>Безперебійний блок живлення захищає систему від збою при відключеннях енергії.</p> <p>Підключаємо до надлишкових систем ДБЖ загальне сховище даних; обидва перемикачі живлення; комп'ютери.</p> <p>Крім цього, система безперебійного живлення повинна бути підключена до окремої лінії живлення й підтримувати необхідну напругу в плинні заданого проміжку часу.</p>	Рекомендується для забезпечення відмовостійкості

Вибір масиву жорстких дисків.

Для підвищення надійності конвеєрної КС пропонується також використати масив жорстких дисків (*RAID* – масив) для надійного зберігання інформації. Пропоную для проектованої системи використати більш ефективні масиви 4 або 5 рівня. *RAID* 4 виправляє деякі недоліки технології *RAID* 3 за рахунок використання великих сегментів інформації, що розподіляються по всіх дисках, за винятком диска з інформацією парності. При цьому для невеликих обсягів інформації використовується тільки диск, на якому знаходиться потрібна інформація. Це означає, що можливе одночасного виконання декількох запитів на читання. Проте запити на запис породжують блокування під час запису інформації парності. *RAID* 4 використовується вкрай рідко. Технологія *RAID* 5 дуже схожа на *RAID* 4, але усуває пов'язані з нею блокування. Відмінність полягає в тому, що інформація парності розподіляється по всіх дисках масиву. В даному випадку можливі як одночасні операції читання, так і запису.

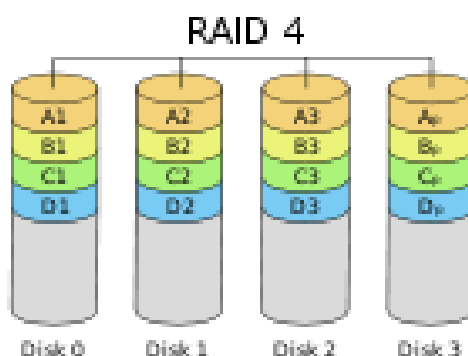


Рисунок 2.10 – Схема *RAID* рівня 4

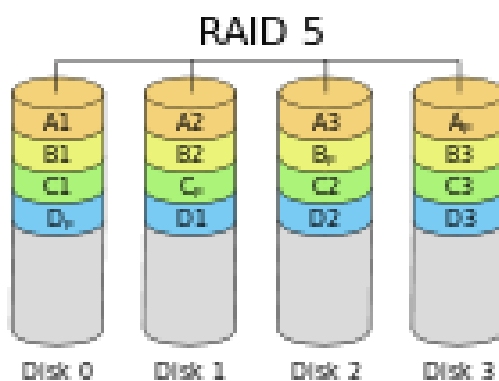


Рисунок 2.11 – Схема *RAID* рівня 5

Дана технологія добре підходить для випадків, коли працюють з невеликими обсягами даних, наприклад, для систем обробки транзакцій. Мінімальна кількість дисків для реалізації *RAID 5* дорівнює трьом.

Вибираємо реалізацію підключення до сховища даних через *SATA* інтерфейс. Пропускна здатність цього інтерфейсу складає 600 МБ/с. Програмні *RAID*-масиви або керування логічними томами може використовуватися для локальних розділів на вузлах кластера.

Остаточню обираємо *RAID* масив п'ятого рівня із трьох накопичувачів по 10 ТБ кожний *WD Red 10 TB, SATA3*. Цей масив буде підключено до двох головних комп'ютерів системи.

2.3 Вибір та обґрунтування структурної схеми комп'ютерної системи

Згідно завдання треба використати надійні з'єднання між комп'ютерами в системі. Структурна схема КС зображена на рис. 2.12.

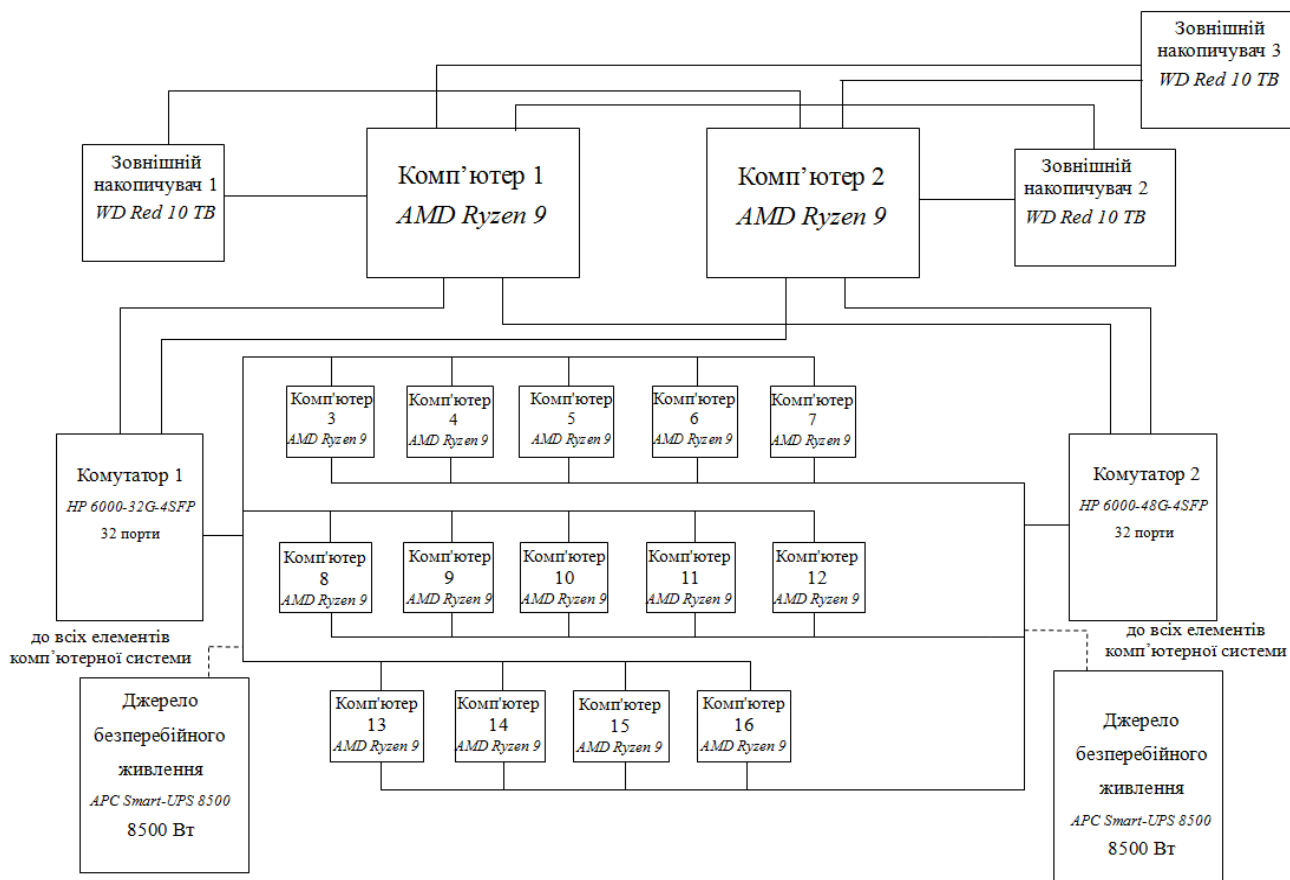


Рисунок 2.12 – Структурна схема комп'ютерної системи

Відповідно до характеру виконуваних міжпроцесорних взаємодій у пропонуваній обчислювальній схемі як топологія надійної комп'ютерної системи буде використана організація вузлів у вигляді зірки. Керуючі вузли (сервера) подібної топології використовуються для завантаження обчислювальних процесорів вихідними даними, для прийому результатів обчислень і для проведення самих обчислень.

Для підвищення надійності КС будемо використовувати два канали зв'язку між комп'ютерами. Якщо один з комутаторів вийде з ладу, буде працювати інший і резервні з'єднання між комп'ютерами не приведуть до відмови КС.

Також на основі вибраної апаратної частини системи зобразимо структуру внутрішньої мережі розробленої комп'ютерної системи.

Схема внутрішньої мережі КС зображена на рисунку 2.13. Як програмне забезпечення кластера пропоную використовувати *Red Hat Linux*.

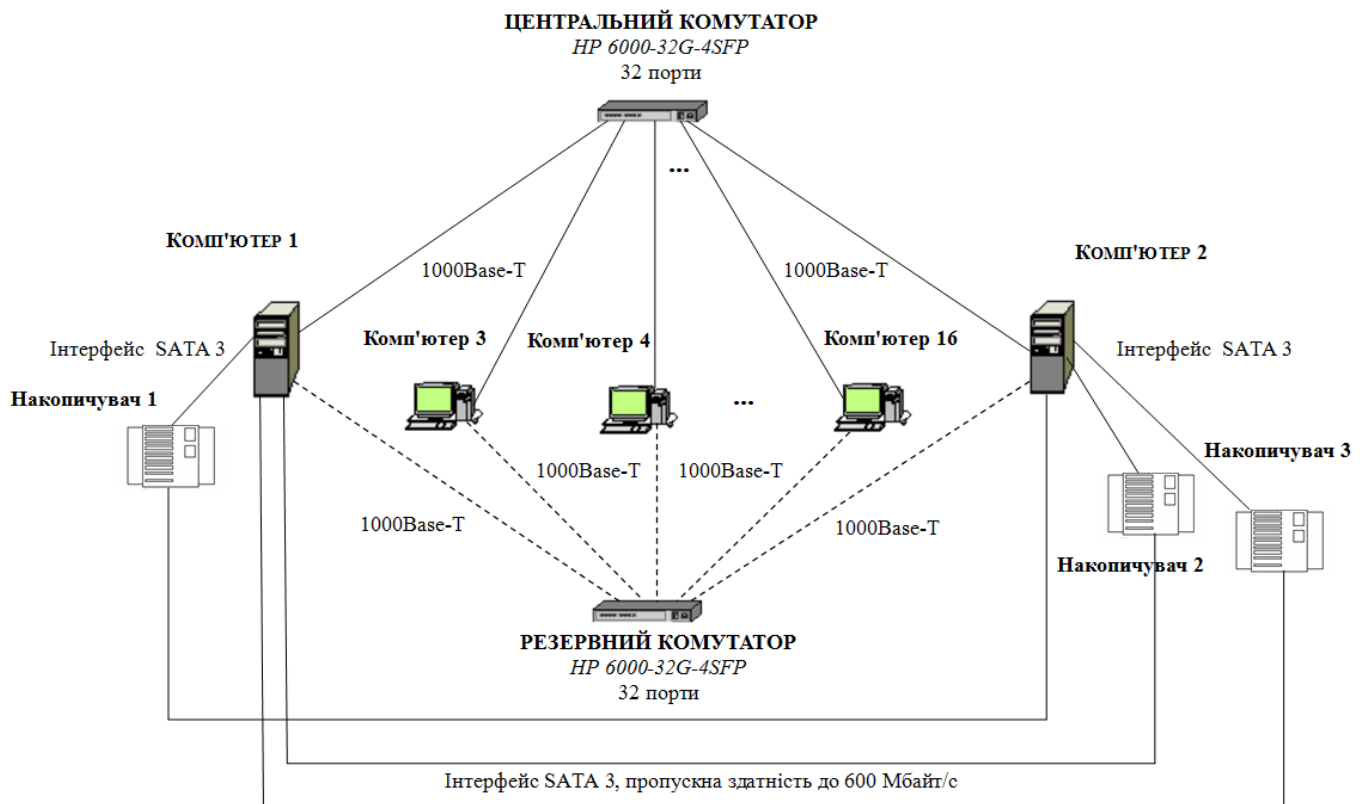


Рисунок 2.13 – Схема внутрішньої мережі комп'ютерної системи

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК НАДІЙНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розрахунок коефіцієнту прискорення комп'ютерної системи

Припустимо, що необхідно розв'язати певну обчислювальну задачу. Припустимо, що її алгоритм такий, що частка f від загального обсягу обчислень може бути отримана тільки послідовними розрахунками, а, відповідно, частка $1-f$ може бути розпаралелена ідеально, тобто час обчислення буде обернено пропорційний числу вузлів N . Тоді прискорення, яке може бути отримано на обчислювальній системі з N процесорів, у порівнянні з однопроцесорним рішенням не буде перевищувати величини:

$$K_n = \frac{1}{f + \frac{1-f}{N}} \quad (3.1)$$

Розрахуємо коефіцієнт прискорення по формулі (3.1), змінюючи частку послідовних обчислень f від 0 до 1 з шагом 0,025; $N=16$.

Виконаємо розрахунок K_{Π} :

$$\begin{aligned} K_{\Pi} &= \frac{1}{0,025 + (1 - 0,025) * 16^{-1}} = 11,63 & K_{\Pi} &= \frac{1}{0,525 + (1 - 0,525) * 16^{-1}} = 1,8 \\ K_{\Pi} &= \frac{1}{0,05 + (1 - 0,05) * 16^{-1}} = 9,14 & K_{\Pi} &= \frac{1}{0,55 + (1 - 0,55) * 16^{-1}} = 1,72 \\ K_{\Pi} &= \frac{1}{0,075 + (1 - 0,075) * 16^{-1}} = 7,52 & K_{\Pi} &= \frac{1}{0,575 + (1 - 0,575) * 16^{-1}} = 1,66 \\ K_{\Pi} &= \frac{1}{0,1 + (1 - 0,1) * 16^{-1}} = 6,4 & K_{\Pi} &= \frac{1}{0,6 + (1 - 0,6) * 16^{-1}} = 1,6 \\ K_{\Pi} &= \frac{1}{0,125 + (1 - 0,125) * 16^{-1}} = 5,56 & K_{\Pi} &= \frac{1}{0,625 + (1 - 0,625) * 16^{-1}} = 1,54 \end{aligned}$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_n = \frac{1}{0,15 + (1 - 0,15) * 16^{-1}} = 4,92$$

$$K_n = \frac{1}{0,65 + (1 - 0,65) * 16^{-1}} = 1,48$$

$$K_n = \frac{1}{0,175 + (1 - 0,175) * 16^{-1}} = 4,41$$

$$K_n = \frac{1}{0,675 + (1 - 0,675) * 16^{-1}} = 1,43$$

$$K_n = \frac{1}{0,2 + (1 - 0,2) * 16^{-1}} = 4$$

$$K_n = \frac{1}{0,7 + (1 - 0,7) * 16^{-1}} = 1,39$$

$$K_n = \frac{1}{0,225 + (1 - 0,225) * 16^{-1}} = 3,65$$

$$K_n = \frac{1}{0,725 + (1 - 0,725) * 16^{-1}} = 1,34$$

$$K_n = \frac{1}{0,25 + (1 - 0,25) * 16^{-1}} = 3,36$$

$$K_n = \frac{1}{0,75 + (1 - 0,75) * 16^{-1}} = 1,3$$

$$K_n = \frac{1}{0,275 + (1 - 0,275) * 16^{-1}} = 3,12$$

$$K_n = \frac{1}{0,775 + (1 - 0,775) * 16^{-1}} = 1,26$$

$$K_n = \frac{1}{0,3 + (1 - 0,3) * 16^{-1}} = 2,9$$

$$K_n = \frac{1}{0,8 + (1 - 0,8) * 16^{-1}} = 1,23$$

$$K_n = \frac{1}{0,325 + (1 - 0,325) * 16^{-1}} = 2,72$$

$$K_n = \frac{1}{0,825 + (1 - 0,825) * 16^{-1}} = 1,19$$

$$K_n = \frac{1}{0,35 + (1 - 0,35) * 16^{-1}} = 2,56$$

$$K_n = \frac{1}{0,85 + (1 - 0,85) * 16^{-1}} = 1,16$$

$$K_n = \frac{1}{0,375 + (1 - 0,375) * 16^{-1}} = 2,41$$

$$K_n = \frac{1}{0,875 + (1 - 0,875) * 16^{-1}} = 1,13$$

$$K_n = \frac{1}{0,4 + (1 - 0,4) * 16^{-1}} = 2,28$$

$$K_n = \frac{1}{0,9 + (1 - 0,9) * 16^{-1}} = 1,1$$

$$K_n = \frac{1}{0,425 + (1 - 0,425) * 16^{-1}} = 2,16$$

$$K_n = \frac{1}{0,925 + (1 - 0,925) * 16^{-1}} = 1,07$$

$$K_n = \frac{1}{0,45 + (1 - 0,45) * 16^{-1}} = 2,06$$

$$K_n = \frac{1}{0,95 + (1 - 0,95) * 16^{-1}} = 1,04$$

$$K_n = \frac{1}{0,475 + (1 - 0,475) * 16^{-1}} = 1,96$$

$$K_n = \frac{1}{0,975 + (1 - 0,975) * 16^{-1}} = 1,02$$

$$K_n = \frac{1}{0,5 + (1 - 0,5) * 16^{-1}} = 1,88$$

$$K_n = \frac{1}{1 + (1 - 1) * 16^{-1}} = 1$$

Таким чином, результати розрахунку коефіцієнту прискорення наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Значення функції коефіцієнту прискорення K_n і аргументу f

№	K_n	f	№	K_n	f
1	11,63	0.025	21	1,8	0.525
2	9,14	0.05	22	1,72	0.55
3	7,52	0.075	23	1,66	0.575
4	6,4	0.1	24	1,6	0.6
5	5,56	0.125	25	1,54	0.625
6	4,92	0.15	26	1,48	0.65
7	4,41	0.175	27	1,43	0.675
8	4	0,2	28	1,39	0.7
9	3,65	0.225	29	1,34	0.725
10	3,36	0.25	30	1,3	0.75
11	3,12	0.275	31	1,26	0.775
12	2,9	0.3	32	1,23	0.8
13	2,72	0.325	33	1,19	0.825
14	2,56	0.35	34	1,16	0.85
15	2,41	0.375	35	1,13	0.875
16	2,28	0.4	36	1,1	0.9
17	2,16	0.425	37	1,07	0.925
18	2,06	0.45	38	1,04	0.95
19	1,96	0.475	39	1,02	0.975
20	1,88	0.5	40	1	1

Графік функції коефіцієнту прискорення від долі послідовних команд у паралельному алгоритмі показано на рисунку 3.1.

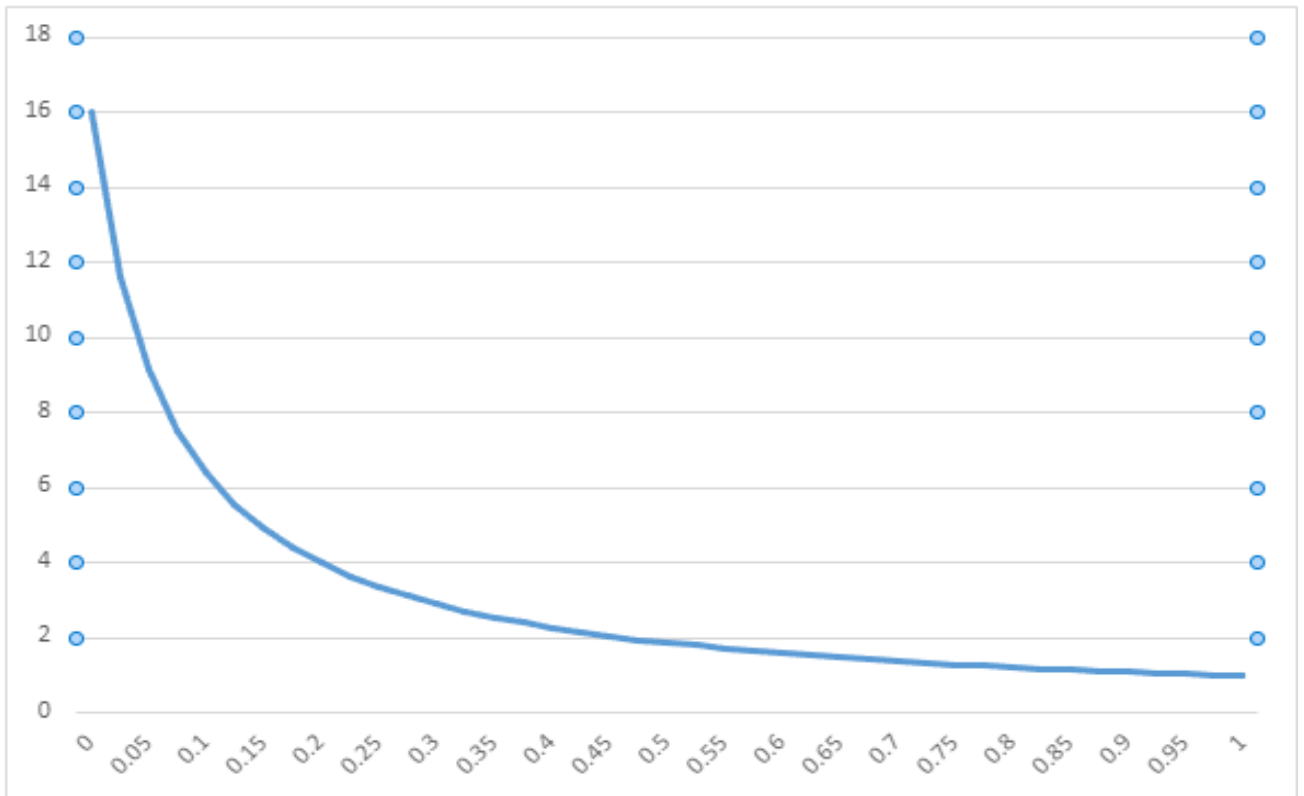


Рисунок 3.1 – Графік функції коефіцієнту прискорення

3.2 Розрахунок характеристик надійності комп'ютерної системи

Функція надійності однієї елементарної машини (ЕМ)

Розрахуємо функцію $r(t)$ надійності однієї ЕМ, вираженої в імовірності безвідмовної роботи однієї ЕМ:

$$r(t) = e^{-\lambda t}, \quad (3.2)$$

Середній час безвідмовної роботи однієї ЕМ:

$$\theta = \frac{1}{\lambda}, \quad (3.3)$$

Згідно з варіантом, $\lambda = 0,00075$ (годин⁻¹).

Розрахуємо середній час без відмовної роботи однієї ЕМ:

$$\theta = \frac{1}{0,00075} = 1333,3 \text{ (годин)},$$

Для розрахунку формули (5.1), треба розрахувати t_k :

$$t_k = 3 * \theta = 3 * 1333,3 = 3999,9 \approx 4000 \text{ (годин)},$$

Розрахуємо функцію $r(t)$ надійності однієї ЕМ, вираженої в імовірності безвідмовної роботи однієї ЕМ:

$$r(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (3.4)$$

$$r(200) = e^{-0,00075 \cdot 200} = 0,86$$

$$r(2200) = e^{-0,00075 \cdot 2200} = 0,19$$

$$r(400) = e^{-0,00075 \cdot 400} = 0,74$$

$$r(2400) = e^{-0,00075 \cdot 2400} = 0,16$$

$$r(600) = e^{-0,00075 \cdot 600} = 0,63$$

$$r(2600) = e^{-0,00075 \cdot 2600} = 0,14$$

$$r(800) = e^{-0,00075 \cdot 800} = 0,54$$

$$r(2800) = e^{-0,00075 \cdot 2800} = 0,12$$

$$r(1000) = e^{-0,00075 \cdot 1000} = 0,47$$

$$r(3000) = e^{-0,00075 \cdot 3000} = 0,10$$

$$r(1200) = e^{-0,00075 \cdot 1200} = 0,4$$

$$r(3200) = e^{-0,00075 \cdot 3200} = 0,09$$

$$r(1400) = e^{-0,00075 \cdot 1400} = 0,34$$

$$r(3400) = e^{-0,00075 \cdot 3400} = 0,07$$

$$r(1600) = e^{-0,00075 \cdot 1600} = 0,3$$

$$r(3600) = e^{-0,00075 \cdot 3600} = 0,06$$

$$r(1800) = e^{-0,00075 \cdot 1800} = 0,25$$

$$r(3800) = e^{-0,00075 \cdot 3800} = 0,05$$

$$r(2000) = e^{-0,00075 \cdot 2000} = 0,22$$

$$r(4000) = e^{-0,00075 \cdot 4000} = 0,04$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення функції надійності однієї ЕМ

№	t	$r(t)$	№	t	$r(t)$
1	200	0,86	11	2200	0,19
2	400	0,74	12	2400	0,16
3	600	0,63	13	3600	0,14
4	800	0,54	14	2800	0,12
5	1000	0,47	15	3000	0,10
6	1200	0,4	16	3200	0,09
7	1400	0,34	17	3400	0,08
8	1600	0,3	18	260	0,06
9	1800	0,25	19	3800	0,05
10	2000	0,22	20	4000	0,04

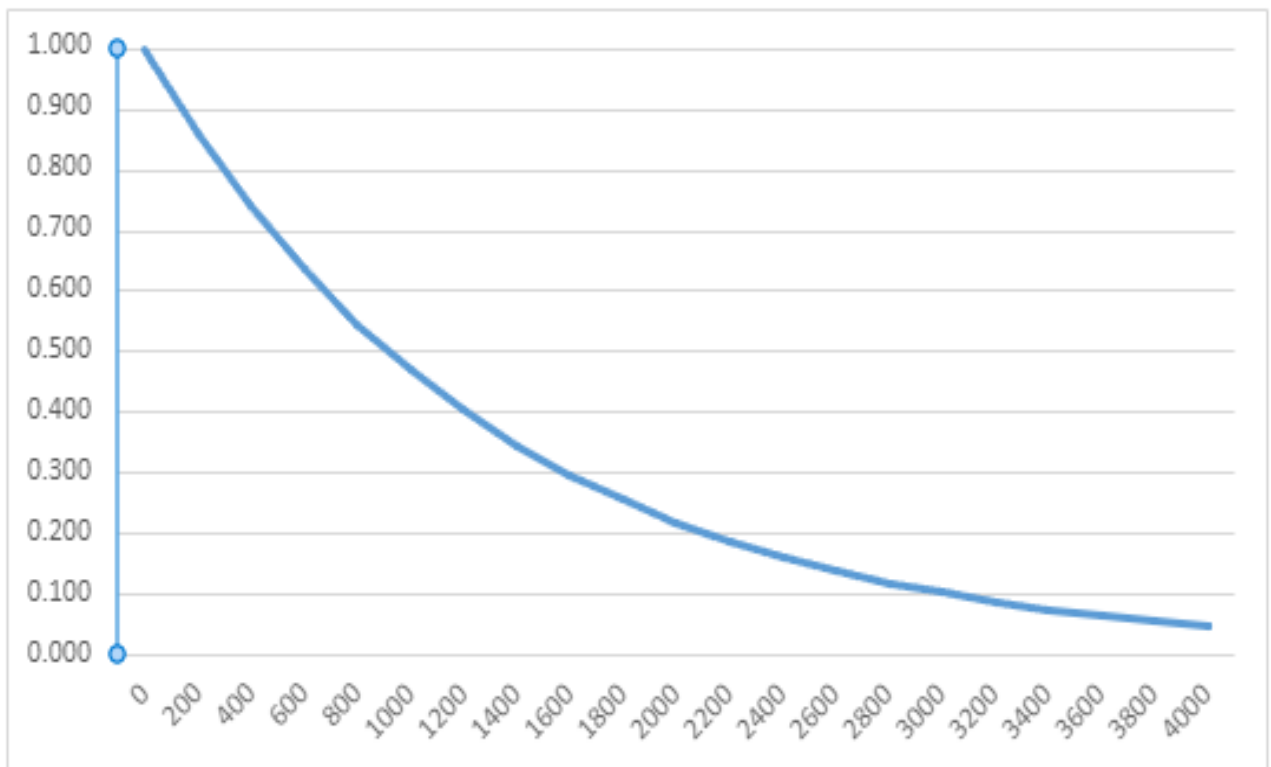


Рисунок 3.2 – Графік функції надійності ЕМ

Функція надійності КС (комп'ютерна система)

Розрахуємо інтенсивність потоку відмов для КС:

$$\Lambda = \lambda * N = 0,00075 * 16 = 0,012(\text{год}^{-1}) \quad (3.5)$$

Розрахуємо середній час безвідмовної роботи КС:

$$\theta = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{0,012} = 83,3(\text{год}) \quad (3.6)$$

Розрахуємо кінцевий момент часу для $R(t)$:

$$t_k = 3 * \theta = 3 * 83,3 = 249,9 \approx 250 (\text{год}) \quad (3.7)$$

Розрахуємо функцію $R(t)$ надійності КС, вираженої в імовірності безвідмовної роботи КС, використовуючи техніку теорії масового обслуговування й методи наближених обчислень та побудуємо графік.

$$R(t) = e^{-\Lambda * t} \quad (3.8)$$

$$R(12,5) = e^{-0,012 * 12,5} = 0,86$$

$$R(137,5) = e^{-0,012 * 137,5} = 0,19$$

$$R(25) = e^{-0,012 * 25} = 0,74$$

$$R(150) = e^{-0,012 * 150} = 0,16$$

$$R(37,5) = e^{-0,012 * 37,5} = 0,63$$

$$R(162,5) = e^{-0,012 * 162,5} = 0,14$$

$$R(50) = e^{-0,012 * 50} = 0,54$$

$$R(175) = e^{-0,012 * 175} = 0,12$$

$$R(62,5) = e^{-0,012 * 62,5} = 0,47$$

$$R(187,5) = e^{-0,012 * 187,5} = 0,1$$

$$R(75) = e^{-0,012 * 75} = 0,4$$

$$R(200) = e^{-0,012 * 200} = 0,09$$

$$R(87,5) = e^{-0,012 * 87,5} = 0,34$$

$$R(212,5) = e^{-0,012 * 212,5} = 0,07$$

$$R(100) = e^{-0,012 * 100} = 0,3$$

$$R(225) = e^{-0,012 * 225} = 0,06$$

$$R(112,5) = e^{-0,012 * 112,5} = 0,25$$

$$R(237,5) = e^{-0,012 * 237,5} = 0,05$$

$$R(125) = e^{-0,012 * 125} = 0,22$$

$$R(250) = e^{-0,012 * 250} = 0,04$$

Таблиця 3.3

Значення функції надійності для КС

№	t	$R(t)$	№	t	$R(t)$
1	12,5	0,86	11	137,5	0,19
2	25	0,74	12	150	0,16
3	37,5	0,63	13	162,5	0,14
4	50	0,54	14	175	0,12
5	62,5	0,47	15	187,5	0,1
6	75	0,4	16	200	0,09
7	87,5	0,34	17	212,5	0,07
8	100	0,3	18	225	0,06
9	112,5	0,25	19	237,5	0,05
10	125	0,22	20	250	0,04

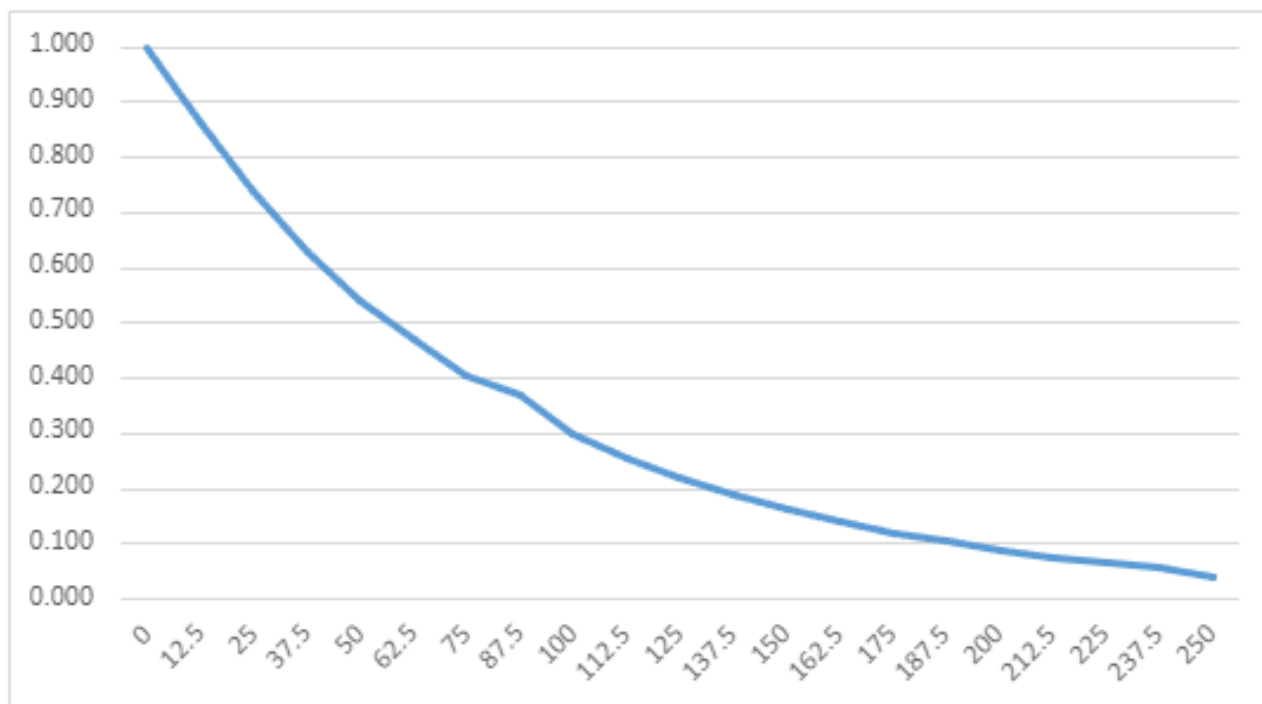


Рисунок 3.3 – Графік функції надійності КС

Функція відновлення однієї ЕОМ

Розрахуємо час відновлення ЕОМ:

$$t_{\text{відн.}} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{2,054} = 0,48 \approx 0,5(\text{год}) \quad (3.9)$$

Визначимо кінцевий момент часу :

$$t_{\text{к}} = 3 * t_{\text{відн.}} = 3 * 0,5 = 1,5(\text{год}) \quad (3.10)$$

Розрахуємо функцію відновлення ЕОМ та побудуємо графік:

$$u(0,075) = 1 - e^{-2,054 * 0,075} = 0,14$$

$$u(0,15) = 1 - e^{-2,054 * 0,15} = 0,26$$

$$u(0,225) = 1 - e^{-2,054 * 0,225} = 0,37$$

$$u(0,3) = 1 - e^{-2,054 * 0,3} = 0,46$$

$$u(0,375) = 1 - e^{-2,054 * 0,375} = 0,53$$

$$u(0,45) = 1 - e^{-2,054 * 0,45} = 0,6$$

$$u(0,525) = 1 - e^{-2,054 * 0,525} = 0,65$$

$$u(0,6) = 1 - e^{-2,054 * 0,6} = 0,7$$

$$u(0,675) = 1 - e^{-2,054 * 0,675} = 0,75$$

$$u(0,75) = 1 - e^{-2,054 * 0,75} = 0,78$$

$$u(0,825) = 1 - e^{-2,054 * 0,825} = 0,81$$

$$u(0,9) = 1 - e^{-2,054 * 0,9} = 0,84$$

$$u(0,975) = 1 - e^{-2,054 * 0,975} = 0,86$$

$$u(1,05) = 1 - e^{-2,054 * 1,05} = 0,88$$

$$u(1,125) = 1 - e^{-2,054 * 1,125} = 0,9$$

$$u(1,2) = 1 - e^{-2,054 * 1,2} = 0,91$$

$$u(1,275) = 1 - e^{-2,054 * 1,275} = 0,92$$

$$u(1,35) = 1 - e^{-2,054 * 1,35} = 0,93$$

$$u(1,425) = 1 - e^{-2,054 * 1,425} = 0,94$$

$$u(1,5) = 1 - e^{-2,054 * 1,5} = 0,95$$

Значення функції відновлення однієї ЕОМ

№	t	$u(t)$	№	t	$u(t)$
1	0,075	0,14	11	0,825	0,81
2	0,15	0,26	12	0,9	0,84
3	0,225	0,37	13	0,975	0,86
4	0,3	0,46	14	1,05	0,88
5	0,375	0,53	15	1,125	0,9
6	0,45	0,6	16	1,2	0,91
7	0,525	0,65	17	1,275	0,92
8	0,6	0,7	18	1,35	0,93
9	0,675	0,75	19	1,425	0,94
10	0,75	0,78	20	1,5	0,95

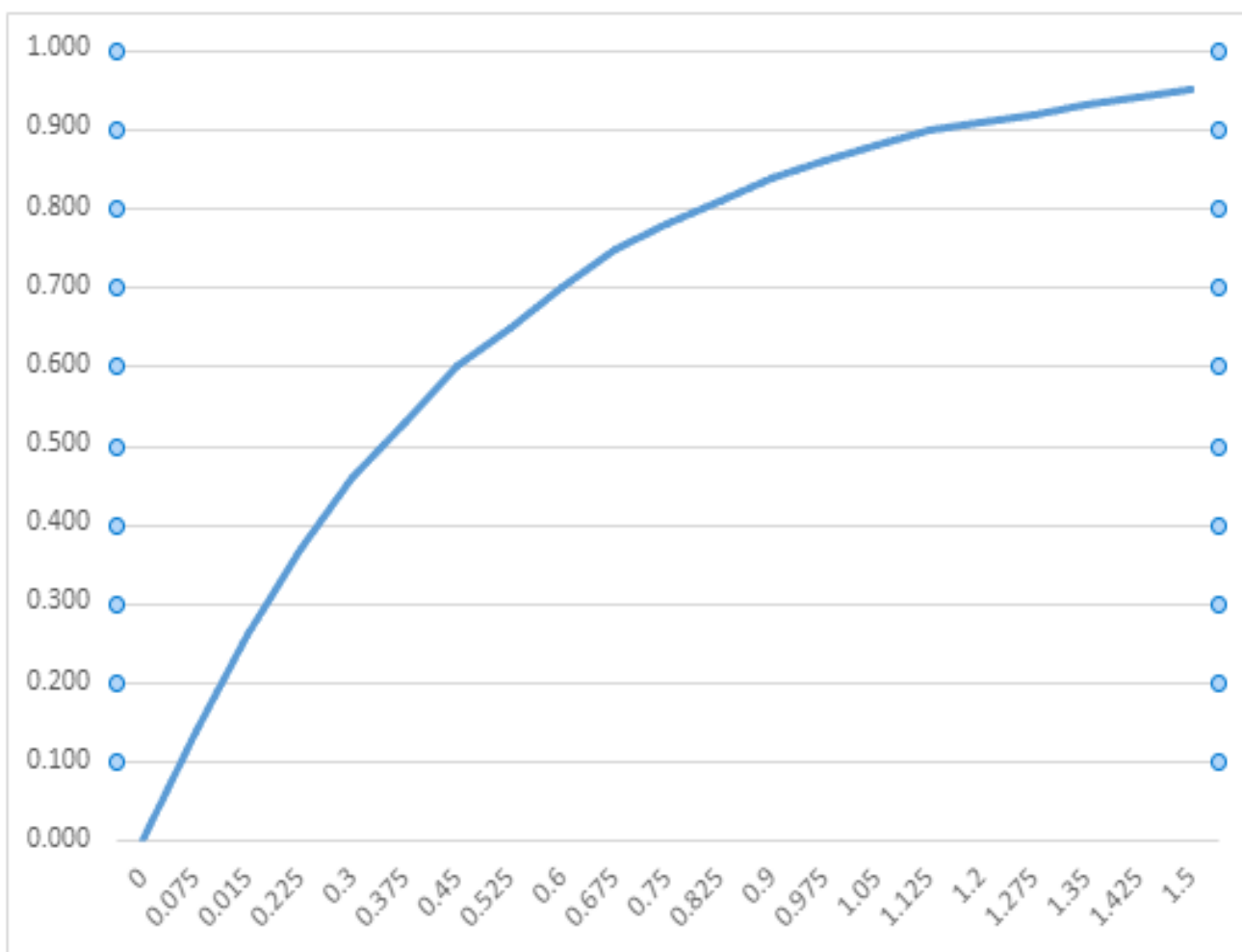


Рисунок 3.4 – Графік функції відновлення ЕОМ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Функція відновлення КС

Розрахуємо функцію відновлення КС та побудуємо графік:

$$U(t) = 1 - e^{-m\mu*t} \quad (3.11)$$

де m – кількість пристроїв, що відновлюють, $m = 3$.

Розрахуємо t_K по формулі:

$$t_K = \frac{3}{(m*\mu)} = \frac{3}{3*2,054} = 0,48 \approx 0,5 \text{ (годин)}, \quad (3.12)$$

$$U(0,025) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,14$$

$$U(0,275) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,81$$

$$U(0,05) = 1 - e^{-3*2,054*0,05} = 0,26$$

$$U(0,3) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,84$$

$$U(0,075) = 1 - e^{-3*2,054*0,075} = 0,37$$

$$U(0,325) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,86$$

$$U(0,1) = 1 - e^{-3*2,054*0,1} = 0,46$$

$$U(0,35) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,88$$

$$U(0,125) = 1 - e^{-3*2,054*0,125} = 0,53$$

$$U(0,375) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,9$$

$$U(0,15) = 1 - e^{-3*2,054*0,15} = 0,6$$

$$U(0,4) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,91$$

$$U(0,175) = 1 - e^{-3*2,054*0,175} = 0,65$$

$$U(0,425) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,92$$

$$U(0,2) = 1 - e^{-3*2,054*0,2} = 0,7$$

$$U(0,45) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,93$$

$$U(0,225) = 1 - e^{-3*2,054*0,225} = 0,75$$

$$U(0,475) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,94$$

$$U(0,25) = 1 - e^{-3*2,054*0,25} = 0,78$$

$$U(0,5) = 1 - e^{-3*2,054*0,025} = 0,95$$

Таблиця 3.5

Значення функції відновлення однієї ЕОМ

№	t	$U(t)$	№	t	$U(t)$
1	0,025	0,14	11	0,275	0,81
2	0,05	0,26	12	0,3	0,84
3	0,075	0,37	13	0,325	0,86
4	0,1	0,46	14	0,35	0,88
5	0,125	0,53	15	0,375	0,89
6	0,15	0,6	16	0,4	0,91
7	0,175	0,65	17	0,425	0,92
8	0,2	0,7	18	0,45	0,93
9	0,225	0,75	19	0,475	0,94
10	0,25	0,78	20	0,5	0,95

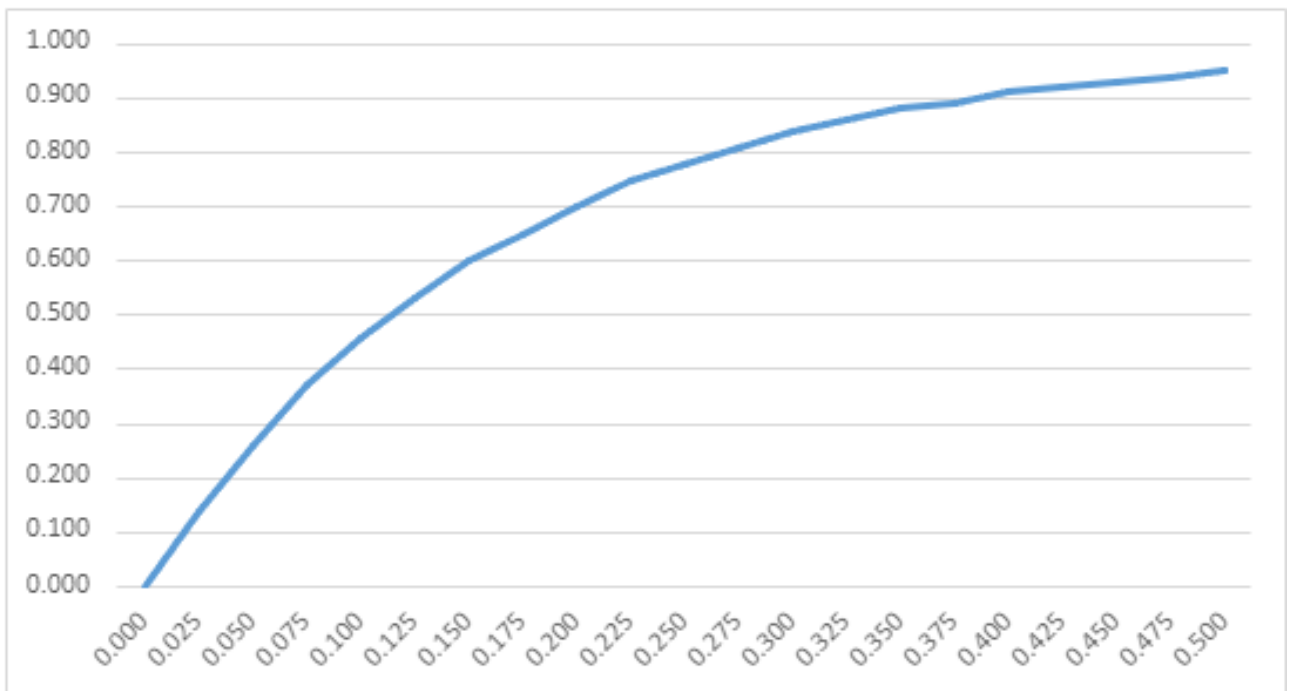


Рисунок 3.5 – Графік функції відновлення КС

Розрахуємо коефіцієнти готовності ЕОМ та КС

Коефіцієнт готовності ЕОМ:

$$S = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{2,054}{0,00075 + 2,054} = 0,999 \quad (3.13)$$

Коефіцієнт готовності КС:

$$S = \frac{m \cdot \mu}{N \cdot \lambda + m \cdot \mu} = \frac{3 \cdot 2,054}{16 \cdot 0,00075 + 3 \cdot 2,054} = 0,998 \quad (3.14)$$

Розрахуємо продуктивність КС

$$\Omega_{max} = \omega * N = 217,6 * 16 = 3482 \text{ (ГФлопс)}$$

$$\Omega_{ср.} = \omega * N * S = 217,6 * 16 * 0,998 = 3474 \text{ (ГФлопс)}$$

$$\Omega_{реал.} = \omega * K_{п} * s = 217,6 * 11,63 * 0,999 = 2528 \text{ (ГФлопс)}$$

Математичне очікування числа працюючих ЕМ у системі

Стаціонарний режим – режим, при якому система тривало експлуатується.

Розрахунок здійснюється по формулі:

$$\bar{N} = \begin{cases} N^*\mu/(\lambda^*\mu), & \text{якщо } N^*\lambda \leq m^*\mu \\ m^*\mu & \text{в протилежному випадку} \end{cases} \quad (3.15)$$

У нашому випадку, $N^*\lambda = 16*0,00075 = 0.012$, а $m^*\mu = 3*2,054 = 6,162$, умова $0.012 \leq 6,162$ виконується, тому розрахуємо математичне очікування числа у стаціонарному режимі по першій формулі:

$$\bar{N} = \frac{N^*\mu}{\lambda+\mu} = \frac{16 \times 2,054}{0,00075+2,054} = 16$$

Перехідний режим. Режим, при якому система тільки починає функціонувати. Розрахунок здійснюється по формулі:

$$\bar{N}_{(i,t)} = \begin{cases} \frac{N^*\mu}{\lambda+\mu} + \frac{i^*\lambda - (N-i)^*\mu}{\lambda+\mu} e^{-(\lambda+\mu)*t}, & (N-m) \leq i \leq N, \text{ якщо } N^*\lambda \leq m^*\mu; \\ \frac{m^*\mu}{\lambda} + \frac{i^*\lambda - m^*\mu}{\lambda} e^{-\lambda*t}, & 0 \leq i < (N-m), \text{ якщо } N^*\lambda > m^*\mu. \end{cases} \quad (3.16)$$

де $\bar{N}_{(i,t)}$ – це число працюючих ЕМ тривалій експлуатації.

Для розрахунку візьмемо $i = 14$. Так як у нашому випадку $N^*\lambda \leq m^*\mu$, то розрахуємо функцію перехідного режиму в різних значеннях t .

$$\bar{N}_{(i,t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075 - (16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,075} = 14,28$$

$$\bar{N}_{(i,t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075 - (16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,15} = 14,52$$

$$\bar{N}_{(i,t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075 - (16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,025} = 14,73$$

$$\bar{N}_{(i,t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075 - (16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,3} = 14,91$$

$$\bar{N}_{(i,t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075 - (16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,375} = 15,07$$

$$\bar{N}_{(i,t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075 - (16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,45} = 15,2$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,525} = 15,31$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,6} = 15,41$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,675} = 15,49$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,75} = 15,56$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,825} = 15,62$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,9} = 15,68$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*0,975} = 17,72$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,05} = 15,76$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,125} = 15,79$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,2} = 15,82$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,275} = 15,84$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,35} = 15,86$$

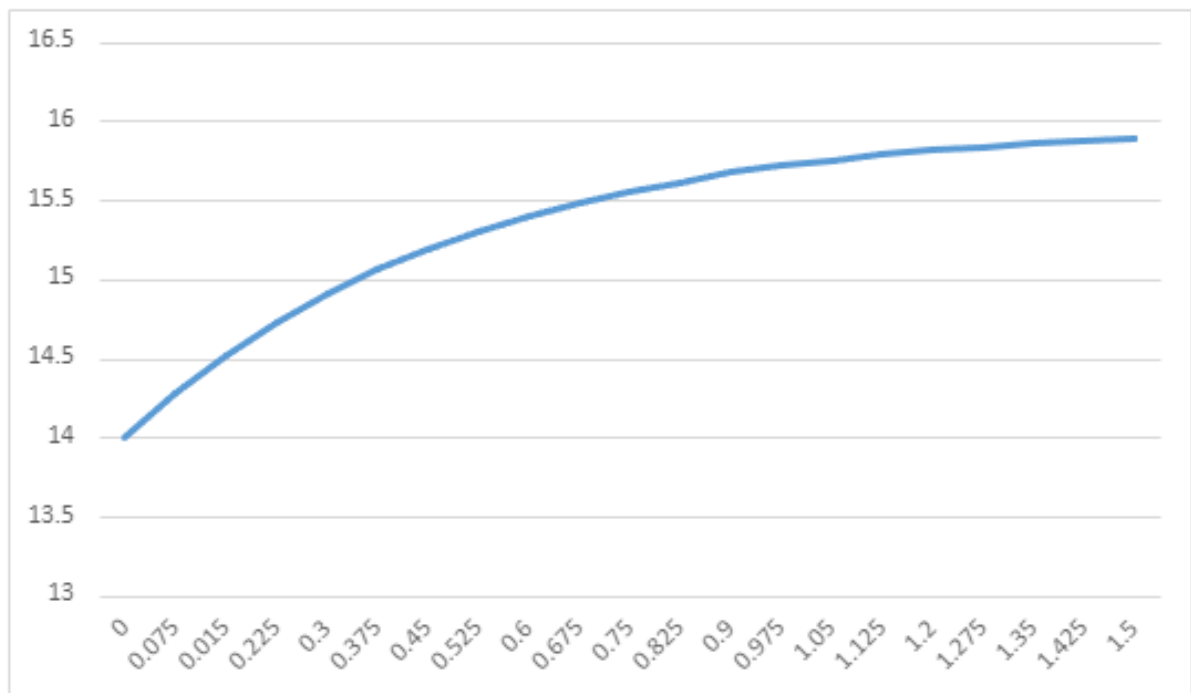
$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,425} = 15,88$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{16*2,054}{0,00075+2,054} + \frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{0,00075+2,054} e^{(0,00075+2,054)*1,5} = 15,9$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Точки математичного очікування числа в перехідному режимі

№	t	$N_{(i,t)}$	№	t	$N_{(i,t)}$
1	0,025	14,28	11	0,275	15,62
2	0,05	14,52	12	0,3	15,68
3	0,075	14,73	13	0,325	15,72
4	0,1	14,91	14	0,35	15,76
5	0,125	15,07	15	0,375	15,79
6	0,15	15,2	16	0,4	15,82
7	0,175	15,31	17	0,425	15,84
8	0,2	15,41	18	0,45	15,86
9	0,225	15,49	19	0,475	15,88
10	0,25	15,56	20	0,5	15,9

Рисунок 3.6 – Графік залежності $N(i,t)$

Функція здійснювання рішення завдання на живучій комп'ютерній системі. Стационарний режим; $F(t)$ – імовірність того, що на КС, що перебуває в тривалій експлуатації, буде вирішена за час $t \geq 0$ завдання, представлене паралельною програмою, що адаптується, тобто програмою, що використовує в будь-який момент часу всі працездатні ЕМ.

Розрахунок робиться по формулі:

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F(t) = 1 - e \begin{cases} -\beta * N * \mu * t / (\lambda + \mu), & \text{якщо } N * \lambda \leq m * \mu; \\ -\beta * m * \mu * t & \text{в протилежному випадку} \end{cases} \quad (3.17)$$

Згідно з завданням, $\beta = 8$ (годин⁻¹).

$$\begin{aligned} F(0,001) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,001}{0,00075 + 2,054}} = 0,12 & F(0,011) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,011}{0,00075 + 2,054}} = 0,75 \\ F(0,002) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,002}{0,00075 + 2,054}} = 0,22 & F(0,012) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,012}{0,00075 + 2,054}} = 0,78 \\ F(0,003) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,003}{0,00075 + 2,054}} = 0,31 & F(0,013) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,013}{0,00075 + 2,054}} = 0,81 \\ F(0,004) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,004}{0,00075 + 2,054}} = 0,4 & F(0,014) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,014}{0,00075 + 2,054}} = 0,83 \\ F(0,005) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,005}{0,00075 + 2,054}} = 0,47 & F(0,015) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,015}{0,00075 + 2,054}} = 0,85 \\ F(0,006) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,006}{0,00075 + 2,054}} = 0,53 & F(0,016) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,016}{0,00075 + 2,054}} = 0,87 \\ F(0,007) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,007}{0,00075 + 2,054}} = 0,59 & F(0,017) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,017}{0,00075 + 2,054}} = 0,88 \\ F(0,008) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,008}{0,00075 + 2,054}} = 0,64 & F(0,018) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,018}{0,00075 + 2,054}} = 0,9 \\ F(0,009) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,009}{0,00075 + 2,054}} = 0,68 & F(0,019) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,019}{0,00075 + 2,054}} = 0,91 \\ F(0,01) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,01}{0,00075 + 2,054}} = 0,72 & F(0,02) &= 1 - e^{-\frac{8 \cdot 16 \cdot 2,054 \cdot 0,02}{0,00075 + 2,054}} = 0,92 \end{aligned}$$

Таблиця 3.7

Результати залежності $F(t)$

№	t	$F(t)$	№	t	$F(t)$
1	0,001	0,12	11	0,011	0,75
2	0,002	0,22	12	0,012	0,78
3	0,003	0,31	13	0,013	0,81
4	0,004	0,4	14	0,014	0,83
5	0,005	0,47	15	0,015	0,85
6	0,006	0,53	16	0,016	0,87
7	0,007	0,59	17	0,017	0,88
8	0,008	0,64	18	0,018	0,9
9	0,009	0,68	19	0,019	0,91
10	0,01	0,72	20	0,02	0,93

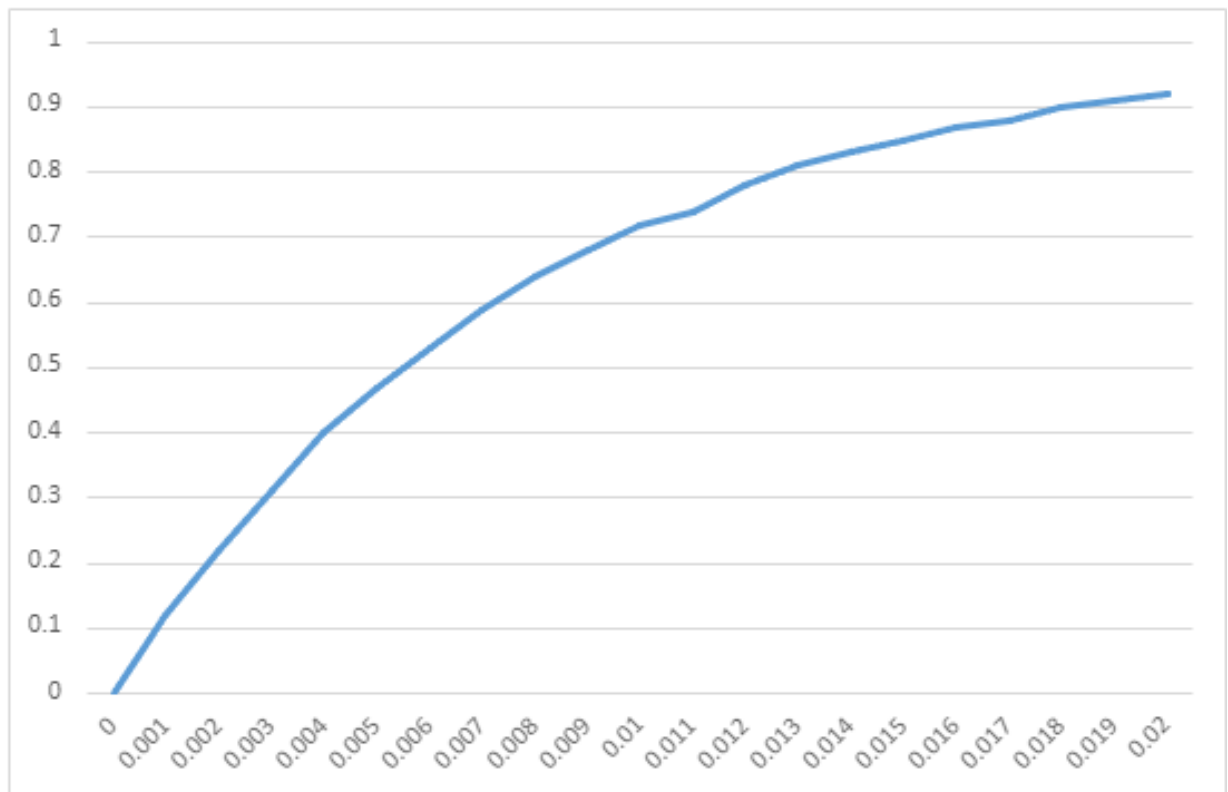


Рисунок 3.7 – Графік залежності $F(t)$

Перехідний режим; $F(i,t)$ – імовірність того, що на КС, що почала функціонувати в стані i , $0 \leq i \leq N$, буде за час $t \geq 0$ вирішене завдання, представлене у вигляді паралельної програми, що адаптується. Розрахунок виконується по формулі:

$$F(i,t) = 1 - e^{-\beta \left\{ \begin{array}{l} \frac{N \cdot \mu}{\lambda \cdot \mu} t + \frac{i \cdot \lambda - (N-i) \cdot \mu}{(\lambda + \mu)^2} [1 - e^{-(\lambda + \mu) \cdot t}] \right\}}, \quad (N-m) \leq i \leq N, \text{ якщо } N \cdot \lambda \leq m \cdot \mu; \\ \frac{m \cdot \mu}{\lambda} \times t + \frac{i \cdot \lambda - m \cdot \mu}{\lambda^2} (1 - e^{-\lambda \cdot t}) \right\}}, \quad 0 \leq i < (N-m), \text{ якщо } N \cdot \lambda > m \cdot \mu. \end{array} \right. \quad (3.18)$$

Розрахуємо функцію $F(i,t)$ по формулі, для різних значень t :

$$F(i,t) = 1 - e^{(-8) \left\{ \frac{16 \cdot 2,054}{0,00075 + 2,054} \cdot 0,0025 + \frac{14 \cdot 0,00075 - (16-14) \cdot 2,054}{(0,00075 + 2,054)^2} [1 - e^{-(0,00075 + 2,054) \cdot 0,0025}] \right\}} = 0,244$$

$$F(i,t) = 1 - e^{(-8) \left\{ \frac{16 \cdot 2,054}{0,00075 + 2,054} \cdot 0,005 + \frac{14 \cdot 0,00075 - (16-14) \cdot 2,054}{(0,00075 + 2,054)^2} [1 - e^{-(0,00075 + 2,054) \cdot 0,005}] \right\}} = 0,429$$

$$F(i,t) = 1 - e^{(-8) \left\{ \frac{16 \cdot 2,054}{0,00075 + 2,054} \cdot 0,0075 + \frac{14 \cdot 0,00075 - (16-14) \cdot 2,054}{(0,00075 + 2,054)^2} [1 - e^{-(0,00075 + 2,054) \cdot 0,0075}] \right\}} = 0,568$$

$$F(i,t) = 1 - e^{(-8) \left\{ \frac{16 \cdot 2,054}{0,00075 + 2,054} \cdot 0,01 + \frac{14 \cdot 0,00075 - (16-14) \cdot 2,054}{(0,00075 + 2,054)^2} [1 - e^{-(0,00075 + 2,054) \cdot 0,01}] \right\}} = 0,674$$

						КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			60

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0125+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0125}\right]\right\}}=0,754$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,015+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,015}\right]\right\}}=0,814$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0175+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0175}\right]\right\}}=0,859$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,02+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,02}\right]\right\}}=0,894$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0225+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0225}\right]\right\}}=0,92$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,025+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,025}\right]\right\}}=0,939$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0275+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0275}\right]\right\}}=0,954$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,03+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,03}\right]\right\}}=0,965$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0325+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0325}\right]\right\}}=0,974$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,035+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,035}\right]\right\}}=0,98$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0375+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0375}\right]\right\}}=0,985$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,04+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,04}\right]\right\}}=0,988$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0425+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0425}\right]\right\}}=0,991$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,045+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,045}\right]\right\}}=0,993$$

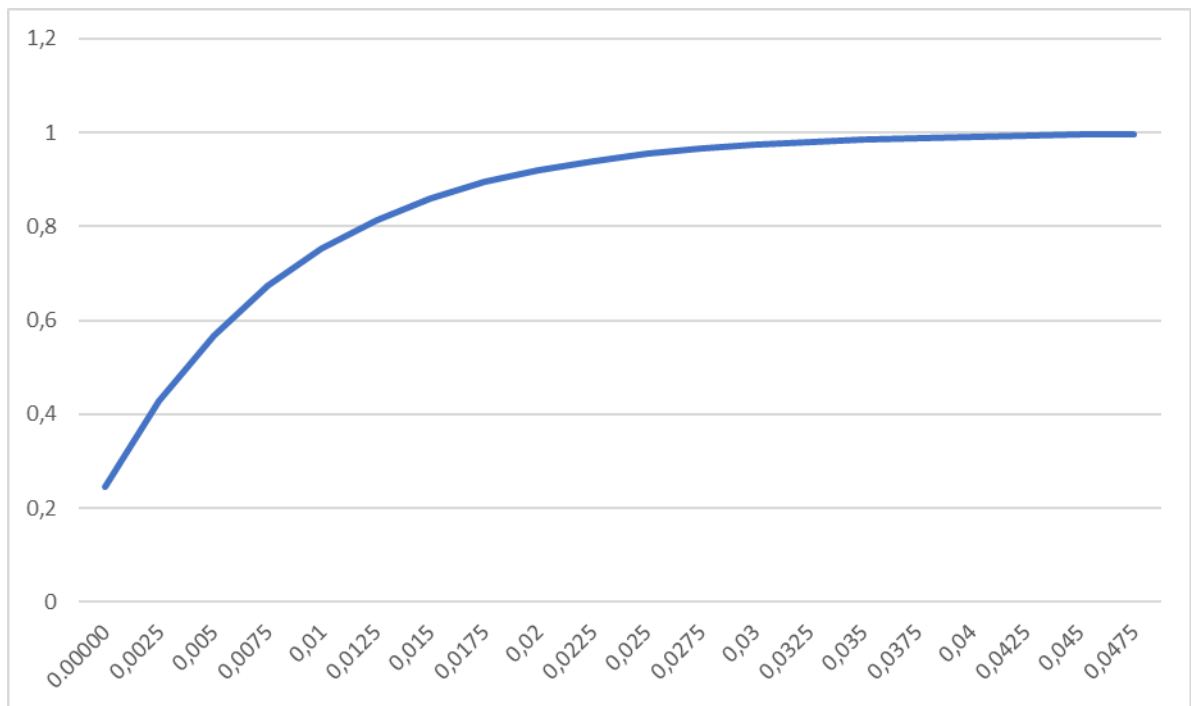
$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,0475+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,0475}\right]\right\}}=0,995$$

$$F(i,t)=1 - e^{(-8)\left\{\frac{16*2,054}{0,00075+2,054}*0,05+\frac{14*0,00075-(16-14)*2,054}{(0,00075+2,054)^2}\left[1-e^{-(0,00075+2,054)*0,05}\right]\right\}}=0,996$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Результати залежності $F(i,t)$

№	t	$F(t)$	№	t	$F(t)$
1	0,0025	0.244	11	0,0275	0.954
2	0,005	0.429	12	0,03	0.965
3	0,0075	0.568	13	0,0325	0.974
4	0,01	0.674	14	0,035	0.98
5	0,0125	0.754	15	0,0375	0.985
6	0,015	0.814	16	0,04	0.988
7	0,0175	0.859	17	0,0425	0.991
8	0,02	0.894	18	0,045	0.993
9	0,0225	0.92	19	0,0475	0.995
10	0,025	0.939	20	0,05	0.996

Рисунок 3.8 – Графік залежності $F(i,t)$

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Організаційно-економічне обґрунтування проекту.

4.1.1 Порівняльний аналіз пропонованого проекту.

У кваліфікаційній роботі досліджено процес створення надійної комп'ютерної системи на базі процесорів AMD. Головною метою проекту було розробити ефективну та надійну систему, яка забезпечує високу продуктивність та стабільність роботи в умовах різноманітних навантажень.

Під час проектування комп'ютерної системи було використано широкий спектр технологій та інструментів. Особливу увагу приділялося вибору компонентів, оптимізації їх взаємодії та налаштуванню системних параметрів. Зокрема, було проаналізовано та використано процесори AMD останнього покоління, які забезпечують оптимальне співвідношення продуктивності та енергоефективності.

Перед початком проектування було проведено аналіз існуючих аналогів комп'ютерних систем, щоб визначити основні проблеми та завдання. Було досліджено різноманітні конфігурації та методи їх оптимізації, а також застосування передових технологій для підвищення надійності та продуктивності системи. Також були проаналізовані передові технології охолодження та енергозабезпечення, спрямовані на покращення стабільності роботи системи.

В результаті розроблено комп'ютерну систему на базі процесорів AMD, яка може бути використана для різних завдань, включаючи наукові розрахунки, обробку великих обсягів даних та роботу з графічними додатками.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

Порівняльна характеристика систем конкурентів та системи, яка розробляється

Особливість	Система на базі AMD	Система на базі Intel (Конкурент 1)	Система на базі Apple (Конкурент 2)
Продуктивність	Висока продуктивність у багатозадачних процесах та іграх завдяки більшій кількості ядер та потоків.	Висока продуктивність в одноядерних процесах, оптимізована для професійних додатків.	Висока продуктивність у багатозадачних процесах та оптимізована для роботи з графікою та відео.
Енергоефективність	Висока енергоефективність завдяки оптимізованому процесу виробництва та технологіям енергозбереження.	Помірна енергоефективність, але з тенденцією до високого тепловиділення.	Висока енергоефективність завдяки ARM-архітектурі та оптимізованому енергоспоживанню.
Надійність	Висока надійність завдяки сучасним технологіям та підтримці нових стандартів.	Висока надійність з добре налагодженою підтримкою та довгим терміном служби.	Висока надійність завдяки інтеграції апаратного та програмного забезпечення.
Ціна	Конкурентна ціна з акцентом на забезпечення високої вартості за рахунок продуктивності та надійності.	Вища ціна за аналогічні характеристики порівняно з AMD.	Висока ціна, що відображає преміум-клас продукції Apple
Технології охолодження	Використання передових систем охолодження, що забезпечують стабільність при високих навантаженнях.	Застосування стандартних рішень для охолодження, часто недостатньо ефективних при пікових навантаженнях.	Ефективне пасивне охолодження завдяки низькому тепловиділенню процесорів ARM.

Таблиця 4.2

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Загальна таблиця з перевагами та недоліками створення надійних та високопродуктивних систем для продажу

Критерій	Надійні системи	Високопродуктивні системи
Переваги		
Стабільність роботи	Висока стабільність завдяки ретельній перевірці та резервуванню компонентів.	Може бути висока, але часто залежить від умов експлуатації та оптимізації.
Термін служби	Зазвичай тривалий термін служби через використання якісних компонентів та систем охолодження.	Може скоротитися через високе навантаження та тепловиділення.
Захист даних	Інтегровані системи захисту даних та резервного копіювання.	Можуть мати високі рівні захисту, але залежить від конкретної конфігурації.
Витрати на обслуговування	Нижчі витрати на обслуговування завдяки меншій кількості відмов і простоїв.	Можуть бути вищими через необхідність частого обслуговування та заміни компонентів.
Енергоефективність	Зазвичай вища завдяки оптимізованому енергоспоживанню.	Вища витрата енергії через потребу в підтримці високої продуктивності.
Універсальність	Підходять для широкого спектру завдань та можуть використовуватися в різних умовах.	Оптимізовані для конкретних високопродуктивних завдань, менш універсальні.
Недоліки		
Продуктивність	Може поступатися високопродуктивним системам у специфічних задачах, що потребують великих обчислювальних ресурсів.	Висока продуктивність у всіх задачах, але за рахунок інших аспектів.
Вартість	Може бути вищою початкова вартість через використання якісних компонентів.	Високі витрати на компоненти, але інколи менш вартісні, ніж системи з додатковими захисними механізмами.
Складність налаштування	Вимагає ретельної настройки та тестування для забезпечення максимальної надійності.	Може бути складно налаштувати для досягнення максимальної продуктивності без втрат стабільності.

4.1.2 Організаційне обґрунтування.

Класифікаційна оцінка проекту:

1. клас: мультипроект;
2. тип проекту: змішаний;
3. вид проекту: комбінований;
4. термін проекту: короткостроковий;
5. складність проекту: середня складність;
6. рівень проекту: галузевий.

Етапи виконання розділів кваліфікаційної роботи:

- збір інформації по предметній області (9 днів);
- постановка задачі (6 днів);
- детальне дослідження предметної області (6 днів);
- планування структури проекту (11 днів);
- розробка технічної документації (14 днів);
- розробка пояснювальної записки (9 днів);
- вибір та налаштування компонентів (9 днів);
- інтеграція та тестування системи (31 день);
- оптимізація системи (14 днів);
- проведення системи випробувань (11 днів);
- доробка та оптимізація компонентів (7 днів);
- доробка технічної документації (6 днів);
- доробка пояснювальної записки (3 дні);
- здача проекту (8 днів).

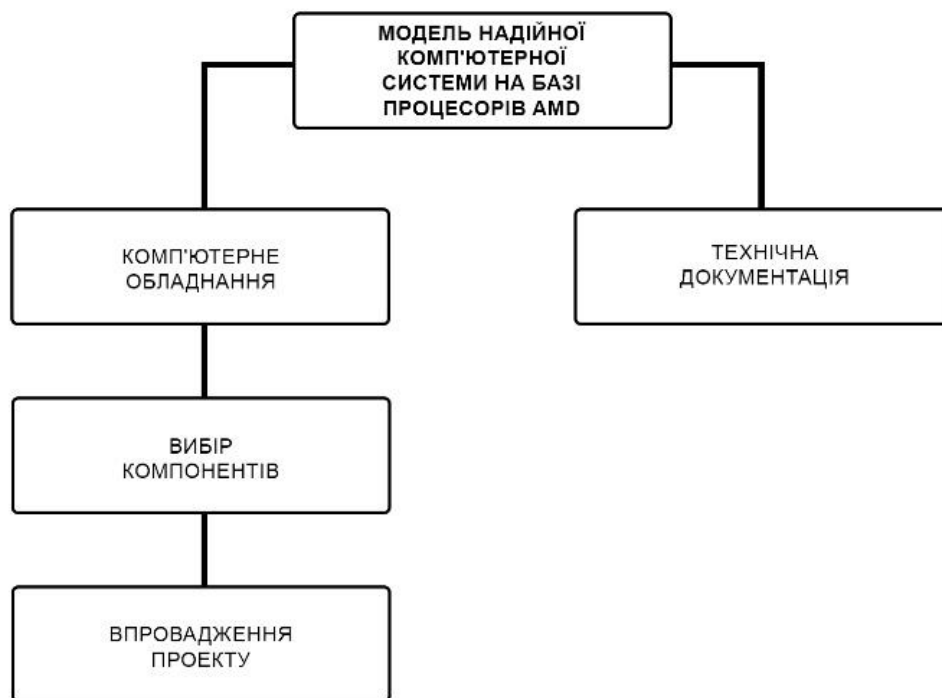


Рис. 4.1 – Структура (декомпозиція) проекту

4.2. Маркетингове обґрунтування проекту.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.1. Аналіз та обґрунтування.

Під час розробки проекту було проведено глибокі дослідження ринку комп'ютерних систем, аналіз існуючих рішень на базі процесорів Intel, Apple та AMD, а також використані передові технології для створення надійної та ефективної системи. Результатом є комп'ютерна система, що забезпечує високу продуктивність, надійність та стабільність роботи в різних умовах експлуатації. Застосування новітніх технологій охолодження та оптимізації енергоспоживання підвищує якість та ефективність системи, роблячи її особливо привабливою для користувачів.

Надійні комп'ютерні системи мають великий потенціал у світі технологій, оскільки вони дозволяють користувачам виконувати різноманітні завдання з високим рівнем стабільності та безпеки. Такі системи можуть привернути увагу не лише ІТ-спеціалістів, а й користувачів різного рівня підготовки. Завдяки унікальному поєднанню надійності, продуктивності та енергоефективності, ці системи можуть зацікавити як розробників програмного забезпечення, так і компанії, що займаються обробкою великих обсягів даних та науковими розрахунками.

Навіть при наявності конкуренції на ринку комп'ютерних систем, наша розробка здобуде визнання завдяки своїй унікальності та високій якості. Простий у використанні інтерфейс, висока продуктивність та новаторські технологічні рішення створюють неповторний досвід для користувачів. Додатково, рекламні кампанії та цікаві партнерства з компаніями сприятимуть популярності та успіху системи на ринку.

Таблиця 4.3

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняння цін на популярні моделі надійних комп'ютерних систем в Україні та ЄС

Модель комп'ютерної системи	Ціна в Україні (USD)	Ціна в ЄС (USD)	Середня ціна в ЄС (USD)
Система на базі AMD Ryzen 9	2500	Німеччина: 2300	2350
		Франція: 2350	
		Італія: 2400	
Система на базі AMD Ryzen 7	2200	Німеччина: 2000	2050
		Франція: 2050	
		Італія: 2100	
Система на базі Intel Core i9	2400	Німеччина: 2200	2250
		Франція: 2250	
		Італія: 2300	
Система на базі Intel Core i7	2300	Німеччина: 2100	2150
		Франція: 2150	
		Італія: 2200	
Система на базі Apple M1	2700	Німеччина: 2500	2550
		Франція: 2550	
		Італія: 2600	

Аналізуючи ринок комп'ютерних систем в Україні та Європейському Союзі (ЄС), можна помітити суттєві відмінності, зокрема й у ціноутворенні. Ці відмінності можуть бути обумовлені різними факторами, такими як:

1. Рівень доходів – в середньому, доходи в ЄС значно вищі, ніж в Україні. Це може призвести до того, що виробники встановлюють вищі ціни на свої продукти в ЄС, вважаючи, що споживачі там можуть собі це дозволити.

2. Податки та збори – різні країни мають різні податки та збори, які можуть впливати на кінцеву ціну систем.

3. Валютні курси – курси валют можуть призвести до того, що системи, які коштують однаково в одній валюті, матимуть різну ціну в іншій.

4. Конкуренція – рівень конкуренції на ринках України та ЄС може відрізнятися. Це може впливати на ціноутворення, адже виробники можуть встановлювати нижчі ціни, щоб залучити більше покупців.

Щоб дослідити ці відмінності, було порівняно ціни на складання систем із компонентів на ринках України та кількох країнах ЄС (узяті середні ціни).

В середньому, в Україні вартість комп'ютерних систем вища, ніж в країнах ЄС. Цей розрив у ціні може коливатися від 5% до 15%, залежно від конкретної моделі та країни. Загалом, дослідження показує, що українські споживачі стикаються з вищими цінами на комп'ютерні системи порівняно з їхніми колегами в ЄС. Проте, це може бути обумовлено різними факторами, такими як рівень доходів, податки, збори та інші економічні умови.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

4.2.2. Бізнес план стартап-проекту

Таблиця 4.4

Бізнес план стартапу – проекту надійної комп'ютерної системи на базі процесорів AMD

Ключові пункти	Опис
Основна ціль проекту	Основною метою нашого проекту є створення надзвичайно надійної та високопродуктивної комп'ютерної системи на базі процесорів AMD. Ця система буде забезпечувати безперебійну роботу при високих навантаженнях, відповідати вимогам сучасних професійних завдань, а також надавати користувачам максимально стабільний досвід роботи. Ми прагнемо розробити комп'ютер, який поєднує високу продуктивність з бездоганною надійністю та тривалим терміном служби.
Аналіз ринку	Ринок комп'ютерних систем продовжує зростати, особливо в сегменті надійних рішень, які можуть функціонувати стабільно навіть у найвибагливіших умовах. Попит на такі системи зростає в різних галузях, включаючи геймінг, науку, інженерію та бізнес, де стабільність і надійність мають вирішальне значення.
	Процесори AMD останнього покоління стають все більш популярними завдяки їх високій продуктивності та надійності. Нашою цільовою аудиторією є користувачі, які потребують стабільних та надійних комп'ютерів для професійної діяльності та важливих завдань. Ми спрямовуємося на глобальний ринок, пропонуючи переклади інструкцій та підтримку на кількох мовах.
Розробка продукту	Наша комп'ютерна система буде пропонувати користувачам найвищий рівень надійності завдяки сучасним процесорам AMD, оптимізованій системі охолодження та високоякісним компонентам. Система буде налаштована для стабільної роботи під високими навантаженнями, забезпечуючи відмінну продуктивність та довговічність. Ми також приділимо увагу енергоефективності, щоб знизити витрати на електроенергію та забезпечити екологічність продукту. Всі компоненти будуть проходити ретельні тестування для підтвердження їхньої надійності та відповідності найвищим стандартам якості.
Маркетинг та реклама	Наша маркетингова стратегія включатиме активну діяльність у соціальних мережах, з акцентом на технологічних спільнотах та професійних групах, де особливо цінується надійність обладнання. Ми плануємо проводити вебінари та онлайн-презентації, де будемо демонструвати надійність нашої системи та відповідати на питання потенційних клієнтів. Також буде запуск таргетованої реклами на платформах, таких як LinkedIn, Facebook та Twitter. Ми звернемося до технологічних блогів та сайтів для публікації оглядів та статей про нашу систему, щоб залучити увагу до проекту. Участь у великих технологічних виставках дозволить нам представити продукт широкій аудиторії та залучити нових клієнтів.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фінансові доходи	Основний дохід буде надходити від продажу комп'ютерних систем через наш офіційний сайт та партнерські магазини. Ми також розглядаємо можливість надання сервісних послуг, таких як налаштування системи під конкретні потреби клієнта та технічна підтримка. Додаткові доходи можуть бути отримані від продажу аксесуарів та комплектуючих, а також від пропозиції розширеної гарантії та обслуговування.
Висновки	Наша мета – створити надійну та високопродуктивну комп'ютерну систему на базі процесорів AMD, яка буде відповідати потребам сучасних користувачів, забезпечувати стабільну роботу при високих навантаженнях та приносити стабільний прибуток нашому стартапу.

4.3. Економічні розрахунки проекту

“Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника (ОНТЕ), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (4.5)$$

де $K^{\Phi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) потенційно можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K^{\Phi}_{НТЕ}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 4.5)” [11].

“Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Визначають $K^{\Phi}_{НТЕ}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

Таблиця 4.5

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Джерело: [11].

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 4.5.

До числа специфічних показників відносять:

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;

– для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;

– для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K^{\Phi}_{НТЕ}$ у табл. 4.6 не введено показника витрат на одиницю продукції” [11].

Таблиця 4.6

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	спроектованої	співвідносної (аналога)
Рівень новизни	Висока	Висока
Продуктивність процесора	Звичайна	Звичайна
Енергоефективність	Висока	Звичайне
Надійність	Висока	Звичайна
Безпека	Висока	Звичайна

Джерело: складено за [11].

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (4.6)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 4.7).

$$НТЕ = 9 \cdot 0,35 + 8 \cdot 0,35 + 7 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,1 = 3,15 + 2,80 + 1,4 + 0,8 = 8,15$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$).

Таблиця 4.7

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ.

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	9	9	9	9	3,15 (9 x 0,35)
2	Перспективність	8	8	8	8	2,80 (8 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	7	7	7	7	1,4 (7 x 0,2)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	8	8	8	8	0,8 (8 x 0,1)
В С Ь О Г О						8,15

Джерело: розраховано за [11].

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{НТЕ}$):

$$K_{НТЕ} = \frac{НТЕ}{10} \cdot 100 \%$$

На основі даних табл. маємо, що $K_{НТЕ}$ відповідає 81,5 %, тобто:

$$\frac{8,15}{10} \times 100 \% = 81,5 \%$$

“В тому випадку, коли значення $K_{НТЕ}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатньо високим. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво” [11].

Розрахунок економічної ефективності проекту включає визначення потенційного доходу та витрат проекту, а також оцінку прийнятності інвестицій у проект. Для цього необхідно аналізувати різні фінансові показники та враховувати часові рамки проекту.

Вартість проекту визначається шляхом оцінки всіх витрат, пов'язаних з його реалізацією, включаючи витрати на розробку, впровадження та експлуатацію. Це допомагає з'ясувати загальний фінансовий обсяг, необхідний для втілення проекту.

Прибуток від проекту відображає дохід, який може бути отриманий від реалізації продукту або послуги, яку надає проект. Цей показник вимірює потенційний фінансовий результат проекту.

Термін окупності вказує на період, необхідний для того, щоб витрати на проект повернулися через прибуток, який він генерує. Це дозволяє оцінити тривалість віддачі інвестицій у проект.

Рентабельність інвестицій (PI) вимірюється як відношення чистого дисконтованого доходу до вартості інвестицій. Це показник, що оцінює доцільність вкладення грошей у проект, розглядаючи чистий дохід, що може бути зароблений.

Ці фінансові показники допомагають визначити економічну ефективність проекту та прийняти обґрунтовані рішення щодо інвестицій у нього.

Витрати на проект оцінюються на рівні приблизно 1 800 000 грн. Очікуваний прибуток, що може бути зароблений від проекту, становить близько 5 000 000 грн..

Тоді ціна проекту буде розрахована за формулою:

Ціна = Витрати + Прибуток (30%-300%)

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунок:

$$\text{Ціна} = (1\,800\,000 + 5\,000\,000) \times 130\% \text{ (середнє арифметичне)}$$

Ціна буде дорівнювати = 8 840 000 грн

Рентабельність розраховується за формулою:

$$R = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Витрати}} \times 100\%$$

Підставляю свої значення:

$$R = \frac{5\,000\,000}{1\,800\,000} \times 100\%$$

Рентабельність проекту дорівнює $R = 277.78\%$

Срок окупності проекту розраховується за формулою:

$$T = \frac{1}{R} \times 100$$

Підставляю свої значення:

$$T = \frac{1}{277.78\%} \times 100$$

Час, за який проект окупиться дорівнює $T = 0,36 \approx 0,4$ року

У результаті виконання розрахунків можна зробити висновок, що проектування надійної комп'ютерної системи на базі процесорів *AMD* з витратами 1 800 000 грн та очікуваним прибутком 5 000 000 грн при реалізації за ціною 8 840 000 грн матиме рентабельність 277.78% та окупиться менше ніж за півроку.

Висновки до четвертого розділу:

1. Розробка цього проекту є вигідним кроком, оскільки він має потенціал забезпечити стабільну та тривалу роботу в різних умовах, що є важливим фактором для багатьох користувачів. Галузь комп'ютерних систем постійно розвивається, і попит на надійні та високопродуктивні рішення зростає. Було проаналізовано ринок комп'ютерних систем в Україні та ЄС, і

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виявлено, що в Україні ціни на комп'ютери вищі, що відкриває можливості для пропозиції конкурентних рішень.

2. Цей проект має великі перспективи завдяки використанню сучасних процесорів AMD, які поєднують високу продуктивність з надійністю. Розроблена система може бути використана в різних сферах, включаючи наукові обчислення, геймінг та бізнес, що розширює потенційну аудиторію. Крім того, наша система буде конкурентоспроможною завдяки оптимальному співвідношенню ціна/якість, що дозволить нам зайняти вигідну позицію на ринку.

3. Розробили та описали бізнес-план стартап-проекту з проектування надійної комп'ютерної системи на базі процесорів AMD. Основні акценти були зроблені на забезпечення надійності та стабільності роботи, що є ключовими аспектами для нашої цільової аудиторії.

4. Очікуваний економічний ефект від реалізації проекту є позитивним, оскільки надійні системи мають тривалий термін служби та потребують менших витрат на обслуговування. Це забезпечує економічну доцільність проекту та привабливість для інвесторів. Завдяки високій якості компонентів та оптимізації системи, ми очікуємо зниження витрат на електроенергію, що також сприятиме підвищенню прибутковості.

5. Високий рівень надійності нашої системи, підтверджений ретельними тестуваннями, гарантує її стабільну роботу в умовах інтенсивного використання. Це дозволяє нам пропонувати систему для критично важливих завдань, де стабільність і надійність є пріоритетом.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Кінцевим продуктом проекту є створення комп'ютерної системи. Розділ охорони праці повинен містити вимоги до робочого місця користувача, розрахунки безпеки роботи з ЕОМ.

Класифікація виробництва по ступеню вибухової, вибухо-пожежної та пожежної небезпеки. По ступеню пожежної небезпеки дане приміщення відноситься до категорії Д – це приміщення, в яких негорючі речовини знаходяться практично в холодному стані.

Маємо приміщення довжиною 13,2 м, шириною 10 м і висотою 2,75 м.

Площа приміщень, в яких розташовують персональні комп'ютери (ПК), визначають згідно з діючими нормативними документами з розрахунку на одне робоче місце: площа - не менше 6,0 м², об'єм - не менше 20,0 м³, з урахуванням максимальної кількості осіб, що одночасно працюють в зміні. У нашому випадку площа – 132 м², а об'єм – 356,4 м³. З цього виходить, що максимальна кількість робочих місць рівна 17.

Електробезпека обладнання. Залежно від умов, що підвищують або знижують небезпеку поразки людини електричним струмом, приміщення діляться на приміщення з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні і без підвищеної небезпеки.

До приміщень з підвищеною небезпекою відносяться приміщення з підвищеною вологістю (більше 75%) або високою температурою (вище 350С) або за наявності струмопровідних пилу і полови. Приміщення з високою відносною вологістю (близькою до 100%), хімічно активним середовищем називають особливо небезпечними. У нашому випадку приміщення без підвищеної небезпеки.

Класифікація обладнання по ПУЕ.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для всіх приміщень, в яких експлуатуються відео-термінали і ЕОМ, повинна бути визначена категорія по вибухо-пожежній та пожежній безпеці (ОНТП 24-86, "Визначення категорій приміщень і будівель по вибухо-пожежній та пожежній небезпеці") і класу зони (ПВЕ). Відповідні позначення повинні бути нанесені на входні двері приміщення.

Розрахунок системи заземлення обладнання.

За умовами безпеки заземлення повинне володіти реляційно малим опором. Тому на практиці застосовують, як правило, заземлювач, що складається з декількох паралельно включених одиночних заземлювачів. Опір системи заземлення в мережах до 1000 В повинно бути не більше 4 Ом ($R_{mp} \leq 4$).

d – діаметр одного заземлювача, $d = 0,05$ м;

ψ - кліматичний коефіцієнт, враховуючий сезонні коливання опору ґрунту, $\psi = 1,4$;

$\rho_{gp} = 500$ Ом*м – питомий опір ґрунту (пісок);

L – довжина одного заземлювача, $L = 2,3$ м;

L' – відстань між заземлювачами, $L'/L = 2$; $L' = 4,6$ м;

t_0 – відстань від поверхні ґрунту до заземлювача, $t_0 = 0,5$ м;

t – відстань від поверхні до середини заземлювача, м.

$$t = \frac{L}{2} + t_0 (м) \quad (5.1)$$

$$t = \frac{2,3}{2} + 0,5 = 1,65 \text{ м}$$

Визначаємо розрахункове значення питомого опору ґрунту:

$$\rho_{розрах} = \rho_{gp} \cdot \psi \text{ (Ом} \cdot \text{м)} \quad (5.2)$$

$$\rho_{розрах} = 500 \cdot 1,4 = 700 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Визначаємо опір одного вертикального заземлювача:

$$R_0 = \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left[\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) \right] \text{ (Ом)}$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_0 = \frac{700}{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 2,3} \cdot \left[\ln \frac{2 \cdot 2,3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,65 + 1}{4 \cdot 1,65 - 1} \right] = 90,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо кількість вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_0}{R_{\text{треб}}} \text{ (шт)} \quad (5.3)$$

де $R_{\text{треб}}$ - необхідний опір системи заземлення для електричних мереж змінного струму напругою до 1000В, $R_{\text{треб}} \leq 4 \text{ Ом}$.

$$n = \frac{90,5}{3} \approx 30,17 \text{ шт}$$

Округляємо отриману кількість заземлювачів до найближчого стандартного значення (2,3,4,10,20,40,60,100): $n' = 40 \text{ шт}$.

Визначаємо опір системи вертикальних заземлювачів:

$$R_g = \frac{R_0}{n' \cdot \eta_g}, \text{ (Ом)} \quad (5.4)$$

де η_g - коефіцієнт використання вертикального заземлювача, $\eta_g = 0,74$ при $n' = 40 \text{ шт}$ та $L'/L = 2$ (заземлювачі розміщені в ряд).

$$R_g = \frac{90,5}{40 \cdot 0,74} = 3,05 \text{ Ом}$$

Визначаємо довжину горизонтального електроду (опір з'єднувальної смуги). При розміщенні в ряд довжина смуги дорівнює:

$$L_2 = (n' - 1) \cdot L' \text{ (м)} \quad (5.5)$$

$$L_2 = (40 - 1) \cdot 4,6 = 179,4 \text{ м}$$

d - діаметр труби, м. Для сталюї смуги шириною b , $d = 0,5 \cdot b$ (м).

$b = 0,04 \text{ м}$, $d = 0,02 \text{ м}$

Визначаємо опір з'єднувальної смуги:

$$R_{\Sigma} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 \cdot \pi \cdot L_2 \cdot \eta_{\Sigma}} \cdot \ln \left(\frac{L_2^2}{t_0 \cdot d} \right) \quad (5.6)$$

де η_{Σ} - коефіцієнт використання горизонтального заземлювача, $\eta_{\Sigma} = 0$ при $n' = 40 \text{ шт}$ та $L'/L = 2$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_2 = \frac{700}{2 \cdot 3,14 \cdot 179,4} \cdot \ln\left(\frac{179,4^2}{0,5 \cdot 0,02}\right) = 9,29 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір системи заземлення:

$$R_c = \frac{R_g \cdot R_2}{R_g + R_2} \text{ (Ом)} \quad (5.7)$$

$$R_c = \frac{3,05 \cdot 9,29}{3,05 + 9,29} = 2,3 \text{ Ом}$$

Висновок: $1,84 < 10$, $R_c < R_{mp}$ тобто ми отримали заземлення, яке задовольняє умовам.

Розрахунок вентиляції.

На проєктованому підприємстві використовується загально обмінна приточно – витяжна вентиляція.

Розрахунок продуктивності повітря

Площа приміщення $S=132 \text{ м}^2$. Об'єм приміщення $V=356,4 \text{ м}^3$. Кількість комп'ютерів у приміщенні – 17, кількість чоловік – 17.

Тепловиділення від однієї людини приймаємо $q_l=170 \text{ Вт}$. Кількість тепла, що виділяє один комп'ютер, дорівнює $q_{нк}=400 \text{ Вт}$.

$$\sum Q = Q_{o.c} + Q_{нк} + Q_l + Q_{осв} \quad (5.8)$$

де $\sum Q$ – загальна кількість тепла, що надходить у приміщення, Вт;

$Q_{o.c}$ – тепло, яке виділяється від навколишнього середовища, Вт;

$Q_{осв}$ – тепло від освітлюваних приладів, Вт;

$Q_{нк}$ – тепло від устаткування, Вт;

Q_l – тепло від людей, Вт;

$g_{o.c} = 20 \text{ Вт}$ – кількість тепла, що приходить на 1 м^3 об'єму приміщення від навколишнього середовища;

$g_{осв} = 10 \text{ Вт}$ – кількість тепла, що приходить на 1 м^2 площини приміщення від штучного освітлення.

$$Q_{o.c} = V \cdot g_{o.c}, \quad Q_{o.c} = 356,4 \cdot 20 = 7128 \text{ Вт};$$

$$Q_l = N \cdot q_l, \quad Q_l = 17 \cdot 170 = 2890 \text{ Вт};$$

$$Q_{нк} = n \cdot q_{нк}, \quad Q_{нк} = 17 \cdot 400 = 6800 \text{ Вт};$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{ocв} = S \cdot g_{ocв}, Q_{ocв} = 11 \cdot 12 \cdot 10 = 2880 \text{ Вт};$$

$$\Sigma Q = 7128 + 2890 + 6800 + 2880 = 19698 \text{ Вт}.$$

Витрата повітря при надходженні надмірного тепла визначається за формулою:

$$L = \frac{Q_c}{(C \cdot \rho \cdot (t_{yд} - t_{np}))} \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.9)$$

де $C = 1,006 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{С}}$ - питома теплоємність повітря при постійному тиску;

L – продуктивність системи вентиляції ($\text{м}^3/\text{год}$);

ρ – щільність повітря ($\rho = 1,2 \text{ кг/ м}^3$);

$t_{yд}$ – температура повітря, що видаляється, $t_{yд} = 24^\circ\text{С}$;

t_{np} – температура припливного повітря, $t_{np} = t_{yд} - \Delta t_{раб}$ ($^\circ\text{С}$);

$\Delta t_{раб} = 8^\circ\text{С}$ – робоча різниця температур;

$t_{np} = 24^\circ\text{С} - 8^\circ\text{С} = 16^\circ\text{С}$.

$$L = \frac{19698}{1,0 \cdot 1000 \cdot 1,2 \cdot (24 - 16)} \cdot 3600 \approx 7386,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначаємо потужність електропроводу вентилятора за формулою:

$$N = \frac{k \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_{вен} \cdot \eta_{прив}} \text{ (кВт)} \quad (5.10)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 1,3$

H – аеродинамічний опір вентилятора, $H = 300 \text{ Па}$;

$\eta_{вен}$ - ККД вентилятора, $\eta_{вен} = 0,6$;

$\eta_{прив}$ - ККД приводу, $\eta_{прив} = 0,9$.

$$N = \frac{1,3 \cdot 7386,75 \cdot 300 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 1,481 \text{ кВт}$$

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Виконаний проект складається з аналізу існуючих процесорів фірми *AMD*, надійних комп'ютерних систем, розробки нової системи, розрахунку надійності розробленої системи.

У результаті виконаного проекту реалізоване наступне.

1. Доведено актуальність розв'язуваної проблеми.
2. Сформульовано мету роботи й завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.
3. Проаналізовано можливі методи рішення поставлених завдань, визначені їхні достоїнства й недоліки.
4. Сформульовано загальний підхід до реалізації системи, виділені її складові частини.
5. Обрано обладнання для реалізації надійної комп'ютерної системи.
6. Обрано структуру надійної комп'ютерної системи.
7. Зроблено розрахунок надійності та продуктивності спроектованої системи.

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для рішення інженерних, наукових, технічних завдань.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.6</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравчук С.О., Шонін В.О. Основи комп'ютерної техніки: Компоненти, системи, мережі: Навч. посіб. – К: Політехніка, 2005. – 344 с.
2. *AMD Ryzen Desktop Processors for Creators* [Електронний ресурс] – <https://www.amd.com/en/products/processors/ryzen-for-creators.html>
3. Рибалов Б.О. Проектування сучасних комп'ютерів. Посібник до виконання курсового проекту з дисципліни «Архітектура комп'ютерів». ОНАХТ, 2018. – 55 с.
4. Гуржій А.М., Коряк С.Ф., Самсонов В.В., Склярів О.Я. Архітектура комп'ютерів: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів, 2005.
5. Марченко А.Г., Смикодуб Т.Г. Електронно-обчислювальні машини та мікропроцесорні системи: Навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2007. – 176 с.
6. Э. Таненбаум. Архитектура компьютера. 5-е изд., 2007. - 844 с.
7. Поворознюк А.И. Архитектура компьютеров. Архитектура микропроцессорного ядра и системных устройств: Учебное пособие. ч.1: Торнадо, 2004. - 355 с.
8. Поворознюк А.И. Архитектура компьютеров. Архитектура внешней памяти, видеосистемы и внешних интерфейсов: Учебное пособие. ч.2: Торнадо, 2004. - 296 с.
9. Королев Л.Н. Архитектура электронных вычислительных машин: Научный мир, 2005. – 272 с.
10. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Наукове видання. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
11. Басюркіна Н.Й., Свистун Т.В. Методичні вказівки до оцінки науково-технічної ефективності розробки нової технології, нового обладнання та інших інновацій. Для студентів всіх спеціальностей СВО «бакалавр» і «магістр». Одеса: ОНТУ, 2023 р., 18 с.
12. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем, 2008.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

13. Hennessy, J.L., Patterson, D.A. *Computer Architecture: A Quantitative Approach. 5th ed., Morgan-Kaufmann, 2012.*

14. Скотт Мюллер. Модернізація та ремонт ПК для новачків/*Upgrading and Repairing PCs.* - 17-е вид.- Вільямс, 2007. - 360 с.

15. [Електронний ресурс]// Основи мікропроцесорної техніки Електрон. дані. – <http://vozom.ho.ua/MP/page33.html>

16. [Електронний ресурс]// – Режим доступу:
<https://eduforme.org/mod/glossary/showentry.php?eid=2&displayformat=dictionary>

17. [Електронний ресурс]// – Режим доступу:
https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%95%D0%9D%D0%9C%D0%9A_%D0%9D%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C/page6.html

18. [Електронний ресурс]// Інтернет магазин *Rozetka*. Електрон. дані. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/>

19. Інтернет енциклопедія «Вікіпедія» [Електронний ресурс] – www.uk.wikipedia.org

20. Методи та засоби підвищення ефективності обробки інформації комп'ютерних системах. [Електронний ресурс] – <https://ela.kpi.ua>

					КРБ.КІ.1.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

ДОДАТОК А – КОПІЇ СЛАЙДІВ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ, ПРОГРАМУВАННЯ ТА КІБЕРЗАХИСТУ

Кафедра комп'ютерної інженерії

«Проектування надійної комп'ютерної системи на базі процесорів AMD»

Виконав: студент 2 ск. курсу, групи KI-543

Киржілов Кирило Валер'янович

Керівник: Сахарова С.В.

Метою роботи є збільшення надійності та підвищення швидкодії комп'ютерної системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз розвитку сучасних процесорів AMD;**
- обґрунтувати та вибрати встаткування комп'ютерної системи;**
- обґрунтувати й вибрати структуру комп'ютерної системи;**
- зробити розрахунок показників надійності проєктованої комп'ютерної системи.**

Результатом роботи буде служити проєкт комп'ютерної системи, що повною мірою вирішить поставлені завдання.

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для рішення інженерних, наукових, технічних завдань.

2

									Арк.
									86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

KPB.KI.0.442-03.4.6

Таблиця основних характеристик процесорів AMD

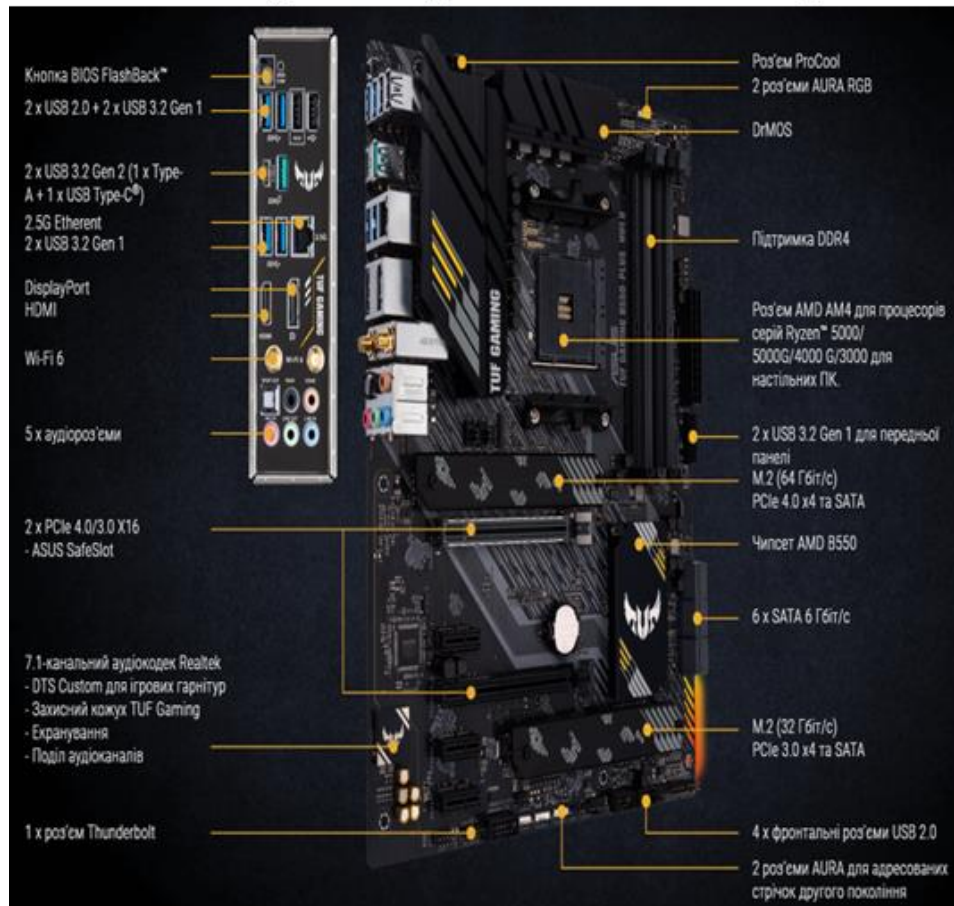
Branding and model		Cores (threads)	Clock rate (GHz)		L3 cache (total)	TDP	Release date
			Base	Boost			
Ryzen 9	5950X	16 (32)	3.4	4.9	64 MB	105 W	Nov 5, 2020
	5900X		3.7	4.8			
	5900	12 (24)	3.0	4.7		65 W	Jan 12, 2021
	PRO 5945						Sep 2022
Ryzen 7	5800X3D	8 (16)	3.4	4.5	96 MB	105 W	Apr 20, 2022
	5800X		3.8	4.7	32 MB		Nov 5, 2020
	5800		3.4	4.6		65 W	Jan 12, 2021
	5700X3D		3.0	4.1	96 MB	105 W	Jan 31, 2024
	5700X		3.4	4.6	32 MB	65 W	Apr 4, 2022
	PRO 5845						Sep 2022
Ryzen 5	5600X3D	6 (12)	3.3	4.4	96 MB	105 W	Jul 7, 2023
	5600X		3.7	4.6	32 MB	65 W	Nov 5, 2020
	5600		3.5	4.4			Apr 4, 2022

Конфігурація вузлів комп'ютерної системи:

- материнська плата Asus TUF Gaming B550-Plus;
- процесор AMD Ryzen 9 5950X s-AM4 (16 ядер, 32 потоки), який працює на частоті 3,4 ГГц-4.7 ГГц;
- обсяг оперативної пам'яті 64 ГБ, а саме два модулі пам'яті Kingston Fury DDR4 по 32 ГБ, 3600 МГц;
- відеокарта Asus PCI-E GeForce RTX 3080 Ti, 12 ГБ;
- SSD накопичувач: Kingston NVMe M.2, об'єм 1 ТБ;
- корпус DeepCool Matrexx 50 ADD-RGB 4F;
- блок живлення CHIEFTEC Polaris 3.0, 1050 Вт.

									Арк.
									87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Характеристики материнської плати



Сокет - Socket AM4
Формфактор - ATX
Максимальна частота пам'яті - 4866 МГц
Максимальний об'єм оперативної пам'яті - 128 ГБ
Відеовиходи - HDMI, DisplayPort
Конектор живлення - 1x24-pin, 1x8-pin 12В

5

Характеристики процесора AMD

AMD Ryzen 9 5950X 3.4GHz/64MB

Тип роз'єма - Socket AM4

Кількість ядер - 16

Кількість потоків - 32

Тактова частота процесора - 3.4 ГГц

Максимальна тактова частота - 4.9 ГГц

Архітектура ядра AMD - Zen 3

Техпроцес - 7 нм

Об'єм кеш пам'яті 2 рівня - 8 МБ

Об'єм кеш пам'яті 3 рівня - 64 МБ

Тип пам'яті - DDR4

Максимальна частота пам'яті - до 3600 МГц

Потужність TDP - 105 Вт

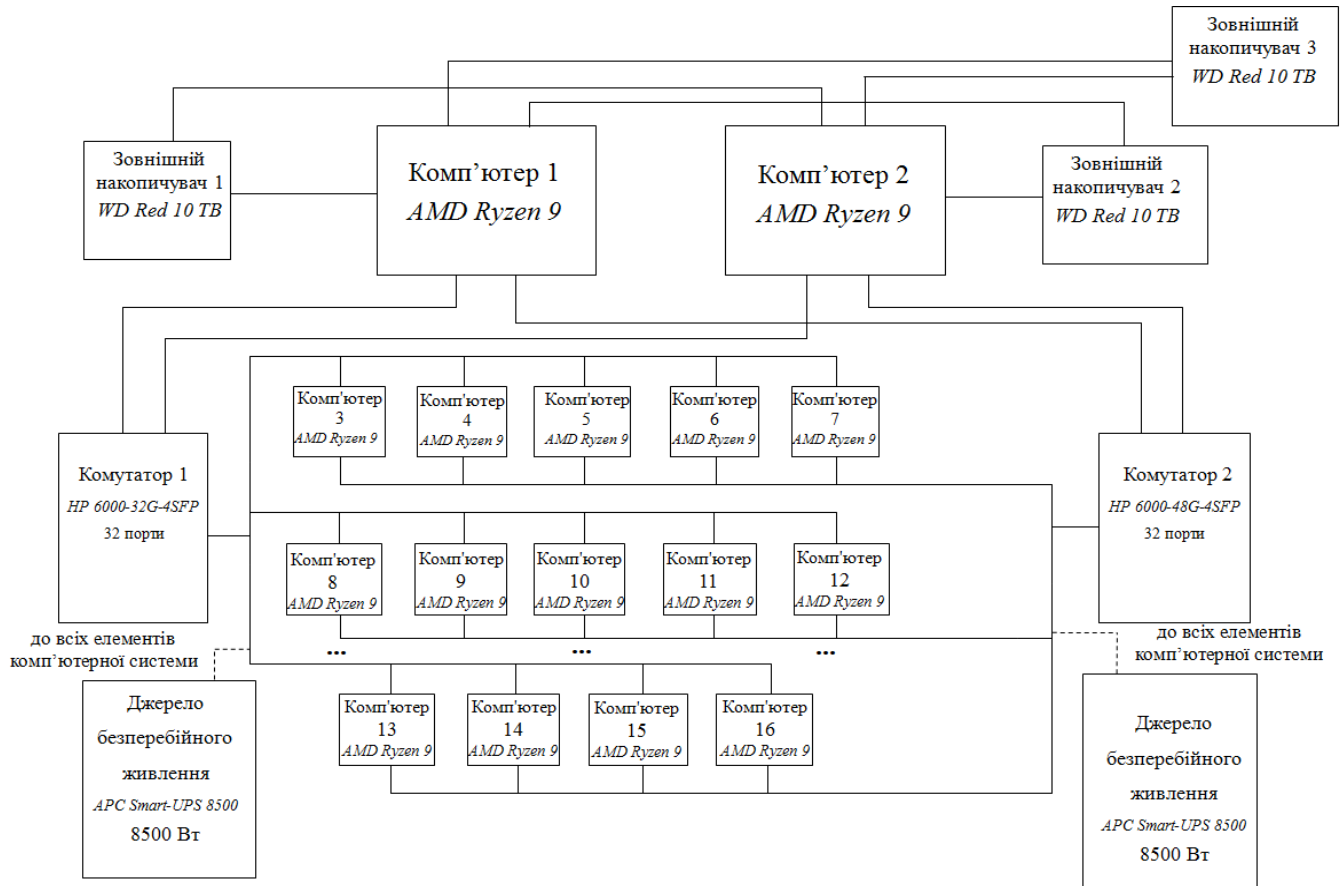
Ціна: 20989 грн

6

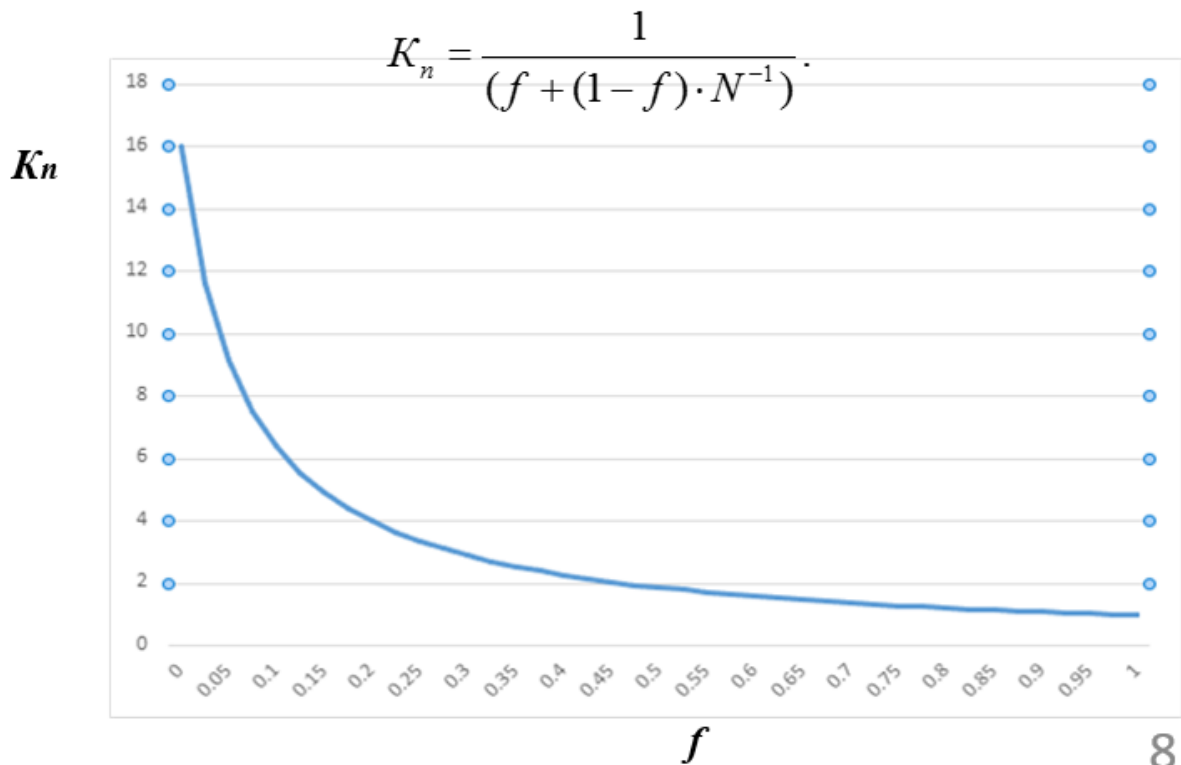
										Арк.
										88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ.КІ.0.442-03.4.6

Структурна схема комп'ютерної системи



Графік залежності коефіцієнту прискорення від долі коефіцієнту розпаралелювання



Розрахунок коефіцієнту готовності КС

Це ймовірність того, що комп'ютерна система готова до вирішення задач улюбий момент часу:

$$S = m \cdot \mu / (N \cdot \lambda + m \cdot \mu)$$

$$S = \frac{3 \cdot 2,054}{16 \cdot 0,00075 + 3 \cdot 2,054} = 0,998$$

9

Розрахунок продуктивності КС

Максимальна, середня та реальна продуктивності комп'ютерної системи розраховуються по формулах:

$$\Omega_{max} = \omega * N = 217,6 * 16 = 3482 \text{ (ГФлопс)}$$

$$\Omega_{ср.} = \omega * N * S = 217,6 * 16 * 0,998 = 3474 \text{ (ГФлопс)}$$

$$\Omega_{реал.} = \omega * K_{п} * s = 217,6 * 11,63 * 0,999 = 2528 \text{ (ГФлопс)}$$

де ω – показник продуктивності одного комп'ютера

10

									Арк.
									90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВИСНОВКИ

У результаті виконаної роботи реалізоване наступне:

1. Доведено актуальність розв'язуваної проблеми.
2. Сформульовано мету роботи й завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.
3. Проаналізовано можливі методи рішення поставлених завдань, визначені їхні достоїнства й недоліки.
4. Сформульовано загальний підхід до реалізації системи, виділені її складові частини.
5. Обрано обладнання для реалізації КС.
6. Обрано структуру комп'ютерної системи.
7. Зроблено розрахунок надійності та продуктивності комп'ютерної системи.

11

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертним и оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	9	9	9	9	3,15 (9 x 0,35)
2	Перспективність	8	8	8	8	2,80 (8 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	7	7	7	7	1,4 (7 x 0,2)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	8	8	8	8	0,8 (8 x 0,1)
В С Ь О Г О						8,15

Науково-технічна ефективність:

$$\text{НТЕ} = 9 \cdot 0,35 + 8 \cdot 0,35 + 7 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,1 = 3,15 + 2,80 + 1,4 + 0,8 = 8,15$$

					КРБ.КІ.0.442-03.4.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91