

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему **Проектування багатомашинної комп'ютерної системи**
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
на базі процесорів Intel

Здобувача Підгурська А.Р.
(прізвище, ініціали)

3 ск. курсу 757с3 групи

Керівники: доцент Сахарова С.В.
(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Журнова Т.М.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доц. Шестопалов С.В.
(посада, прізвище та ініціали)

PhD, ст. викл. Богданов О.О.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 05.06 2024 р., протокол № 8

Завідувач кафедри комп. інженерії Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2024 рік

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

Підгурської Анастасії Русланівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ***Проектування багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel***

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

2. Термін задачі 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 фірми Intel.

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

1. Аналіз виробництва процесорів Intel та їх застосування у комп'ютерних системах. 2. Обґрунтування вибору елементів та структурної схеми багатомашинної комп'ютерної системи. 3. Розрахунок параметрів 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 Intel.

Слайд 3. Конфігурація вузлів комп'ютерної системи. Слайд 4. Характеристики материнської

плати. Слайд 5. Характеристики процесора Intel. Слайд 6. Структурна схема комп'ютерної

системи. Слайд 7. Графік залежності коефіцієнту прискорення від коефіцієнту розпаралелювання. Слайд 8. Розрахунок коефіцієнту готовності комп'ютерної системи.

Слайд 9. Розрахунок продуктивності комп'ютерної системи. 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 _____ Анастасія ПІДГУРСЬКА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз виробництва процесорів Intel та їх застосування у комп'ютерних системах</i>	<i>10.02.2024</i>	
2	<i>Обґрунтування вибору елементів та схеми багатомашинної комп'ютерної системи</i>	<i>14.03.2024</i>	
3	<i>Розрахунок характеристик комп'ютерної системи</i>	<i>01.05.2024</i>	
4	<i>Проведення техніко-економічних розрахунків</i>	<i>12.05.2024</i>	
5	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>25.05.2024</i>	
6	<i>Підготовка презентації до захисту</i>	<i>01.06.2024</i>	

Здобувач – дипломник _____ Анастасія ПІДГУРСЬКА

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 _____ Анастасія ПІДГУРСЬКА

АНОТАЦІЯ

У сучасному світі зростання обсягів даних та вимог до швидкості обробки ставлять перед вченими і фахівцями складні завдання щодо проектування ефективних багатомашинних комп'ютерних систем. Ця робота присвячена проектуванню таких систем на базі процесорів *Intel*, що відомі своєю продуктивністю та надійністю.

Робота передбачає аналіз та порівняння різних архітектур багатомашинних систем, оцінку їх ефективності та можливостей масштабування. Додатково буде проведений огляд доступних на ринку процесорів *Intel*, їх характеристик та особливостей, які сприяють їх використанню у складних обчислювальних системах.

Очікується, що результати роботи допоможуть визначити оптимальні конфігурації багатомашинних комп'ютерних систем на базі процесорів *Intel* з урахуванням вимог до продуктивності, масштабованості та вартості.

Проектування багатомашинних комп'ютерних систем на базі процесорів *Intel* є актуальним завданням у сучасному інформаційному суспільстві. Це дослідження спрямоване на виявлення оптимальних рішень для побудови ефективних та надійних інфраструктур, які задовольняють вимоги сучасних великих обчислювальних завдань.

Кваліфікаційна робота містить 94 сторінки.

Ключові слова: багатомашинна комп'ютерна система, процесор *Intel*, обчислювальний вузол.

ABSTRACT

In today's world, the growth of data volumes and requirements for processing speed pose complex tasks to scientists and specialists regarding the design of efficient multi-machine computer systems. This work is devoted to the design of such systems based on Intel processors, which are known for their performance and reliability.

The work involves analysis and comparison of various architectures of multi-machine systems, evaluation of their efficiency and scaling capabilities. In addition, an overview of Intel processors available on the market, their characteristics and features that contribute to their use in complex computing systems will be conducted.

It is expected that the results of the work will help determine the optimal configurations of multi-machine computer systems based on Intel processors, taking into account the requirements for performance, scalability and cost.

The design of multi-machine computer systems based on Intel processors is an urgent task in the modern information society. This research is aimed at identifying optimal solutions for building efficient and reliable infrastructures that will meet the requirements of modern large computing tasks.

The qualification paper contains 95 pages.

Key words: *multi-machine computer system, Intel processor, computing node.*

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ПРОЦЕСОРІВ <i>INTEL</i> ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	9
1.1 Конкуренція між процесорами фірм Intel та AMD.....	9
1.2 Технологія виробництва та стратегія розвинення процесорів <i>Intel</i>	16
1.3 Використання процесорів Intel в комп'ютерних системах.....	23
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СХЕМИ БАГАТОМАШИННОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ	27
2.1 Вибір та конфігурація устаткування	27
Вибір внутрішньої та зовнішньої пам'яті.....	34
2.2 Розрахунок швидкодії та ефективності комп'ютера	39
2.3 Вибір додаткового обладнання.....	41
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ	45
3.1 Розрахунок коефіцієнта прискорення в комп'ютерній системі	45
3.2 Розрахунок показників надійності комп'ютерних систем	49
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	64
4.1 Організаційно-економічне обґрунтування проекту.....	64
4.2 Маркетингове обґрунтування проекту.....	66
4.3 Економічні розрахунки проекту	73
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	80
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87
Додаток А – Презентація (копії слайдів)	89

КРБ.КІ.1.442-03.6.1				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Підеурська А.		
Перевір.		Сахарова С.В.		
Реценз.		Кривокоба О.		
Н. Контр.		Рибалов Б.О.		
Затверд.		Артеменко С.		
Проектування багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel				
		Літ.	Арк.	Аркушів
		6	94	
група КІ-757с3, ОНТУ				

ВСТУП

Проектування багатомашинних комп'ютерних систем залишається актуальним завданням, оскільки вони відіграють ключову роль у вирішенні складних завдань у сферах науки, технологій та бізнесу.

Вивчаючи історію процесорів мною було виявлено що раніше на цьому ринку були і інші компанії які згодом зникли за різних обставин, таких як: поглинення іншими компаніями, перехід на іншу діяльність чи банкрутство.

Також дивлячись від сьогоднішня можна збагнути що перші електронно-обчислювальні машини були ще за часів Другої Світової, проте зовсім у іншому вигляді. Вони були над великі та малопотужні, проте з часом їх вдосконалювали і в певний момент збагнули який саме шлях розвитку стане найдоцільнішим.

Саме у 1971 році і був представлений перший мікропроцесор *Intel 4004* а за шість років до того Гордон Мур, який на той час працював директором досліджень і розвитку у *Fairchild Semiconductor* і написав статтю у журналі «*Electronics*» у якій було описано його закон.

У липні 1968 року Мур з Робертом Нойсом йдуть з *Fairchild Semiconductors* і стають засновниками корпорації *Intel*. Перший час Мур обіймав посаду виконавчого віце-президента. У 1975 році він був призначений президентом і головним виконавчим директором *Intel*. Ці посади він займав до квітня 1979 року, коли його обрали головою ради директорів і головним виконавчим директором корпорації. Гордон Мур залишався на посаді головного виконавчого директора корпорації до 1987 року, а в 1997 році у зв'язку з досягненням пенсійного віку йому було присвоєно звання почесного голови ради директорів.

Оскільки *Intel*, як компанія, з'явилася в 1968 році, на «цілий» рік раніше *AMD*. Їх дороги перетнулися в 1982 році, коли *AMD* отримала ліцензію на виробництво x86-х процесорів від *Intel*, яка заради просування x86 –

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

платформи тоді ще «роздаровувала» ліцензії всім бажаючим. Саме тоді і розпочалась справжня конкуренція компаній. У кожної з них була своя політика і стратегія розробки та випуску продуктів. У сьогоденні час і постає питання чи ринок процесорів досі розвивається згідно з передбаченням? Або він розділився і зараз зовсім інші закони керують його розвитком. У моїй кваліфікаційній роботі буде розглянуто і це питання.

Об'єктом проектування є багатомашинна комп'ютерна система, яка представляє собою обчислювальну систему. Комп'ютерні системи які є аналогами системи що проектується мають недостатньо високий рівень продуктивності та надійності. У системі що розробляється будуть запропоновано продуктивне та надійне устаткування при відносно невисокій його вартості.

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

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз сучасного стану розвитку процесорів *Intel*;
- обґрунтувати й вибрати встаткування комп'ютерної системи;
- обґрунтувати й вибрати структуру комп'ютерної системи;
- зробити розрахунок показників надійності проектованої системи;
- зробити розрахунок показників продуктивності системи.

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

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для рішення складних інженерно-технічних задач.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ПРОЦЕСОРІВ *INTEL* ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Конкуренція між процесорами фірм *Intel* та *AMD*

Рік 2017-й цілком можна було б оголосити роком центральних процесорів. Почався рік з анонса сімейства процесорів *Kaby Lake*, які складно назвати якийсь видатної новинкою. Задала тон компанія *AMD*, яка стала штампувати один за одним принципово нові рішення, побудовані на мікроархітектурі *Zen*. *Ryzen 7, 5, 3*, а потім і процесори *Threadripper* стали тим вітром змін, який зміг сколихнути галузь комп'ютерного ринку, давно вважалася стабільною або навіть застійною. У той же час минулий рік не став бенефісом *AMD*. Багато цікавих продуктів представила і компанія *Intel*. Зазнала серйозні зміни і актуальна масова платформа *Intel*. З прицілом на неї в асортименті у компанії з'явилися шестиядерники *Coffee Lake*, які дебютували разом з оновленим процесорним роз'ємом *LGA1151* (другий версії) і чіпсетами 300-ї серії.

У 2016 році на ринок прийшло лише одне нове сімейство *CPU – Intel Broadwell-E*, а в 2015-му єдиним помітним подією на процесорному ринку став вихід процесорів *Skylake* і платформи *LGA1151* (першої версії). *AMD* же в попередню пару років змогла відзначитися лише тим, що запустила в тираж сімейство гібридних процесорів *Godawari*, яке не тільки не привнесло нічого фундаментально нового, але і не змогло навіть запропонувати кращий рівень продуктивності в порівнянні з процесорами *FX* сімейства *Piledriver* зразка 2012 року.

Цей приклад добре демонструє, наскільки змінилася диспозиція на процесорному ринку. Головним процесорним подією в минулому році стала поява побудованого на мікроархітектурі *Zen* сімейства *AMD Ryzen*. Як тепер

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

уже можна говорити з повною впевненістю, ці процесори змогли повернути компанію *AMD* в число постачальників чіпів для продуктивних комп'ютерів, що відродило конкуренцію і підштовхнуло прогрес в цій області. Прийнято вважати, що саме завдяки *AMD* ми прийшли до того, що масові процесори верхнього цінового сегмента почали отримувати в своє розпорядження більше чотирьох процесорних ядер.

І хоча це не зовсім так, настільки бурхливого розвитку подій без *AMD*, безумовно, не було б. Іншими словами, «ефект *Ryzen*» – це абсолютно об'єктивний факт і великий успіх *AMD*, яка вже дуже давно не радувала нас ніякими такими, що заслуговують на увагу продуктивними новинками. В процесі розробки лежить в основі процесорів *Ryzen* мікроархітектури *Zen* інженери *AMD* відмовилися від всього свого минулого спадщини. Нові процесори отримали принципово новий дизайн, який не має нічого спільного з *Bulldozer* – оригінальної мікроархітектури, яка так і не зуміла виправдати покладені на неї надії. В *Zen* інженери вирішили повернутися до класичних «широким» ядер, і це відображає кардинальну зміну уявлень компанії *AMD* про те, на який базис повинні спиратися сучасні *x86*–процесори.

Чіпи, побудовані на мікроархітектурі *Zen*, перейшли на використання сучасного 14–нм *FinFET*-техпроцесу, стали помітно більш економічними (до 3,5 разів) і за рахунок повної переробки виконавчого конвеєра отримали здатність виконувати більше число інструкцій за такт (перевага в *IPC* в порівнянні з останніми поколіннями *Bulldozer* досягає 52 відсотків). В ядрах *Zen* з'явилася підтримка технології *SMT*, що дозволяє виконувати два потоку паралельно на одному ядрі. Була повністю перероблена підсистема кеш-пам'яті, а також впроваджена підтримка *DDR4 SDRAM*.

При цьому не має в своєму розпорядженні такими ресурсами, як *Intel*, компанія *AMD* заклала в проект *Zen* дві дуже важливі речі: високу ефективність і модульність. Завдяки першій особливості мікроархітектура *Zen* дозволила створювати порівняно компактні обчислювальні ядра, що

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виграють по займаній на напівпровідниковому кристалі площі у рішень конкурента мало не в півтора рази. За модульністю ж процесори з мікроархітектури *Zen* чимось нагадують *Bulldozer*. Однак в *Zen* базовий будівельний блок *CCX (Core Complex)* складається з чотирьох, а не двох ядер, і при цьому не має ніяких поділюваних частин, крім *L3*-кеша.

Саме ці закладені в дизайн *Zen* властивості і дозволили *AMD* обігнати *Intel* за кількістю обчислювальних ядер, що містяться в масових процесорах. Однак потрібно розуміти, що восьмиядерні *Ryzen* з'явилися аж ніяк не від хорошого життя. Збільшенням числа ядер *AMD* компенсує більш низьку питому продуктивність мікроархітектури, розрахованої на виконання чотирьох інструкцій за такт, в той час як сучасні процесори конкурента можуть обробляти на одному ядрі до п'яти *x86*-інструкцій паралельно. Є в *Zen* і інші слабкі місця. Наприклад, нові процесори *AMD* значно поступаються інтеловским при роботі з векторними інструкціями з набору *AVX2*.

Крім того, модульність *Ryzen* принесла з собою і неабияку частку негативу, оскільки обрана інженерами *AMD* схема об'єднання чотириядерних модулів відрізняється не занадто високою швидкістю транзакцій. Комунікації між ядрами забезпечуються 256-бітної фірмової двосторонньої шиною *Infinity Fabric*, яка працює на єдиній частоті з контролером пам'яті. І дуже часто в тих завданнях, які передбачають інтенсивне меж'ядерних взаємодія, чуйності такої шини виявляється недостатньо. Саме тому існують цілі класи додатків, в яких у користувачів виникають цілком обґрунтовані претензії до продуктивності *Ryzen*. До одного з таких класів відносяться процесорозалежність у іграх – в них показники нових процесорів *AMD* виявляються в цілому гірше, ніж у інтеловских конкурентів.

Але зате завдяки модульності компанія *AMD*, користуючись одним і тим же напівпровідникових кристалом *Zeppelin* з двома модулями та вісьмома ядрами, змогла підготувати і вивести на ринок велике сімейство

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживчих продуктів: восьмиядерні *Ryzen 7*, шестиядерних і чотириядерні *Ryzen 5*, а також чотирьохядерні *Ryzen 3* з відключеною технологією *SMT* і урізаною кеш-пам'яттю. Причому розподіл цих процесорів за ціновими сегментами було зроблено таким чином, щоб кожен з них в порівнянні з інтеловський конкурентами пропонував більш розвинену багатоядерність і багатопоточність.

Обрана стратегія дала досить непогані результати. Крім того, що про повернення *AMD* на ринок настільних систем стали всерйоз говорити як експерти, так і звичайні користувачі, компанія змогла почати поступово відвойовувати ринкову частку. Згідно з останніми опублікованими аналітичним даними, зараз *AMD* контролює приблизно 13 відсотків ринку десктопних процесорів, що на два з половиною - три відсотки більше, ніж рік тому. Якщо ж перевести ці показники в абсолютні числа, то можна говорити про те, що за минулий рік *AMD* змогла збільшити продажі в порівнянні з показником 2016 року десь-то на півтора мільйона процесорів. При цьому потрібно підкреслити, що у верхньому ціновому сегменті, де *Ryzen 7* і *Ryzen 5* борються проти процесорів серій *Core i7* і *Core i5*, поточна частка *AMD* ще більше і перевищує 15 відсотків.

Про те, що старші процесори *Ryzen* привертають увагу ентузіастів, свідчать і вельми позитивні для *AMD* дані продажів, якими діляться великі роздрібні продавці. Наприклад, німецький ритейлер *Mindfactory.de* стверджує, що найпопулярнішим десктопних *CPU* ось уже кілька місяців поспіль залишається *Ryzen 5 1600*. А американський онлайн-магазин *Amazon.com* ставить *Ryzen 5 1600* на статистику продажів на четверте місце, відразу після оверклокерських *Core i7* і *Core i5* останніх поколінь.

2017 рік компанія *Intel* починала з випуску сімейства масових процесорів *Kaby Lake*, проте подія це привернуло до себе не надто багато уваги. Вся справа в тому, що *Kaby Lake* варто було б назвати *Skylake Refresh*, адже нове сімейство виявилось не таким вже й новим, а стало лише

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

косметичним оновленням попереднього дизайну, націленого на загальнозживані настільні системи. Однак не приділити увагу цьому кроці в підсумковій статті ми не можемо. Незважаючи на те, що технічних удосконалень в *Kaby Lake* раз-два та й усе, з організаційної точки зору ці процесори значать дуже багато.

По-перше, поява *Kaby Lake* ознаменувало передчасну кончину інтеловського принципу «тік-так», згідно з яким перехід на нові виробничі технології чергувався з оновленням мікроархітектури. У *Kaby Lake* не сталося ні того, ні іншого, і *Intel* оголосила про перехід на нову послідовність етапів розвитку своїх *CPU*: «процес – архітектура – оптимізація». Втім, як стало зрозуміло пізніше, компанія не в змозі витримувати і такий ритм, і на цей момент все скотилося до ітераційної оптимізації без введення нових технологічних процесів та подання нової мікроархітектури.

Що ж стосується оптимізації в *Kaby Lake*, то для виробництва цих процесорів *Intel* запустила покращений виробничий процес з дозволом 14+ нм, який за рахунок змін в напівпровідникової структурі транзисторів трохи відсунув частотний потенціал чіпів. В результаті представники сімейства *Kaby Lake* в порівнянні з *Skylake* змогли отримати приблизно на 200 МГц вищі тактові частоти і пропорційно збільшилася продуктивність. Приблизно в таких же межах вирости і досягнення оверклокерських моделей, хоча, як і раніше, *Intel* додала ентузіастам головного болю, продовжуючи використовувати під процесорної кришкою свій фірмовий полімерний термоінтерфейс.

Другий принциповий момент полягає в тому, що при виведенні на ринок модельного ряду *Kaby Lake*, *Intel* зробила серйозний акцент на додатковому поліпшенні характеристик недорогих процесорів. У серії *Core i3* вперше в історії мікропроцесорного гіганта з'явилася оверклокерська модель, що володіє вільним множником. А серія *Pentium* несподівано знайшла підтримку технології *Hyper-Threading*, що в очах переважної

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більшості користувачів поставило її на один щабель з *Core i3*. І дійсно, різниця між цими варіантами чіпів стерлася майже повністю: *Core i3* в порівнянні з оновленими *Pentium* покоління *Kaby Lake* могли запропонувати лише трохи вищі частоти і підтримку AVX-інструкцій, якої немає в *Pentium*. В результаті нові двоядерні чотирипоточні *Pentium* відразу ж стали на рідкість вдалим процесорами для недорогих ігрових систем.

За 2017 рік *Intel* встигла провести і другий «акт оптимізації» процесорного дизайну *Skylake*. Через всього лише дев'ять місяців після виходу *Kaby Lake* на ринок були виведено наступне покоління масових чіпів – *Coffee Lake*. Так само як і на попередньому етапі, ніяких мікроархітектурних поліпшень при цьому зроблено не було, і з точки зору будови обчислювальних ядер *Coffee Lake* продовжують залишатися повними аналогами *Skylake*. Знову змінився лише техпроцес. Він все ще використовує 14-нм дозвіл, але чергова «підтяжка» структури транзисторів дала ще одне збільшення ефективності їх роботи. В результаті у *Intel* з'явилося право говорити про повторно покращеному техпроцесу з нормами 14 ++ нм, який відкрив шлях до ще одного екстенсивному кроку в збільшенні продуктивності пропонованих масових рішень.

Але на цей раз розробники не стали робити акцент на зростанні тактових частот. Розвиток пішов іншим шляхом – шляхом збільшення паралелізму і багатопоточності, для чого в *Coffee Lake* були додані додаткові обчислювальні ядра. *Intel* повністю переглянула весь свій модельний ряд і вирішила, що, починаючи з другої половини 2017 року, основною ударною силою, яка буде кинута на масовий ринковий сегмент, повинні стати процесори з шістьма обчислювальними ядрами, які пропонували раніше компанією лише для платформи *HEDT*.

В результаті серія *Core i7*, яка до сих пір включала процесори з чотирма ядрами і підтримкою виконання до восьми потоків одночасно, стала шестиядерної і завдяки збереженню технології *Hyper-Threading*

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дванадцятипоточною. Серія *Core i5*, раніше об'єднувала чотирьохядерник без *Hyper-Threading*, тепер стала включати прості шестиядерники без підтримки багатопоточності. А ім'я *Core i3* з впровадженням дизайну *Coffee Lake* було віддано чотирьохядерним процесорам без *Hyper-Threading*, повністю аналогічним представникам серії *Core i5* покоління *Kaby Lake*. Важливо, що реальні тактові частоти оновлених процесорів майже не знизилися, чому значною мірою посприяла як новий 14 ++ нм техпроцес, так і агресивна технологія *Turbo Boost 2.0*.

В кінцевому підсумку *Coffee Lake* змогли забезпечити дуже помітний стрибок в продуктивності. У той час як зазвичай при зміні поколінь масових інтеловських процесорів приріст швидкодії знаходився на рівні 5–10 відсотків, *Coffee Lake* виявилися здатні запропонувати приблизно 40–процентну перевагу над попередниками сімейства *Kaby Lake*. Вважається, що піти на такий безпрецедентний крок мікропроцесорного гіганта змусила компанія *AMD*. І дійсно, процесори *Ryzen*, які вона почала пропонувати в масовому сегменті, мають від чотирьох до восьми ядер, тому якусь відповідь на це від *Intel* мав би піти. Однак насправді розробка шестиядерних *Coffee Lake* почалася задовго до приходу на ринок *Ryzen*, і, швидше за все, рішення про назрілу необхідність додати в масові процесори ядер *Intel* брала самостійно. Але ось на що «ефект *Ryzen*» вплинув вже абсолютно точно, так це на ті терміни, в які *Coffee Lake* були виведені на ринок.

Анонс *Coffee Lake* був зрушений на кілька місяців вперед, і це створило для новинок чимало проблем. Найголовніша з них полягає в тому, що *Intel* не змогла організувати поставки *Coffee Lake* в необхідних обсягах. Нові процесори досі залишаються в дефіциті: у продажу доступний далеко не повний модельний ряд, причому чіпи, що добираються до прилавків, реалізуються за завищеними цінами. Це помітно стримує зростання популярності і поширення *Coffee Lake*, які, незважаючи на всю свою привабливість, програвали з продажу пропозиціями *AMD*.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Є і ще одна проблема. Одночасно з анонсом *Coffee Lake* компанія *Intel* збиралася провести оновлення всієї платформи, для чого був запланований випуск нового модельного ряду наборів логіки з поліпшеними можливостями на кшталт підтримки *USB 3.1 Gen 2* і наявності вбудованого контролера *WiFi 802.11ac* канального рівня. Однак розробка цих чіпсетів затягнулася, і *Intel* довелося в терміновому порядку конструювати «врем'янку» - зроблений з *Z270* новий чіпсет *Z370*. Цей набір системної логіки - поки єдиний сумісний з *Coffee Lake* варіант. З цієї причини спектр материнських плат для нових процесорів сильно обмежений, причому всі вони мають досить високу вартість. Даний фактор поряд з дефіцитом *CPU* серйозно стримує поширення недорогих модифікацій *Coffee Lake*: материнки під бюджетні процесори інших сімейств можна придбати ледь не вдвічі дешевше.

Попутно серйозні питання виникли і щодо причин несумісності *Coffee Lake* з більш ранніми платформами. *Intel* стверджує, що необхідність в нових платах викликана зростанням вимог процесорів зі збільшеним числом ядер до схем живлення. Однак виробники материнських плат спростовують це і посилаються на те, що несумісність носить повністю штучний характер. І більш того, існують навіть приклади успішного запуску нових процесорів на старих материнських платах. Через це репутація *Coffee Lake* виявилася дещо підмочена з самого початку.

1.2 Технологія виробництва та стратегія розвинення процесорів *Intel*

Після успіху процесорів побудованих на базі архітектури *Core* першого покоління, *Intel* не стала довго спочивати на лаврах і через два роки, в 4-му кварталі 2008-ого, представила на суд громадськості наступну мікропроцесорну архітектуру – *Nehalem*. В її основу лягла все та ж *Core*, але при цьому в нову розробку було внесено стільки кардинальних змін, що навіть дивно, чому *Intel* не стала називати *Nehalem* архітектурою *Core* другого покоління.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Але перш ніж говорити безпосередньо про ключові інновації, які принесла нова архітектура, кілька забігаючи вперед звернемо увагу на один важливий факт. У цей момент компанія *Intel* вирішила поміняти систему поділу процесорів на сімейства і їх позиціонування на ринку, що в свою чергу спричинило за собою зміну назв чіпів. Примітно, що розроблена в ті часи система найменування процесорів, використовується *Intel*, і до цього дня. Отже, було вирішено розділити процесори з назвою *Core* на три сімейства замість двох в той час існували *Core 2 Duo* і *Core 2 Quad*. З найменувань прибрави двійку і позначення кількості ядер, замінивши їх, на індекси: *i7*, *i5* і *i3*. Сімейство *Core i7* мало включати найпередовіші рішення компанії. Процесори *Core i5* були націлені на масовий сектор продуктивних комп'ютерів. І нарешті, *Core i3* мали зайняти нішу в бюджетному секторі систем середнього рівня.

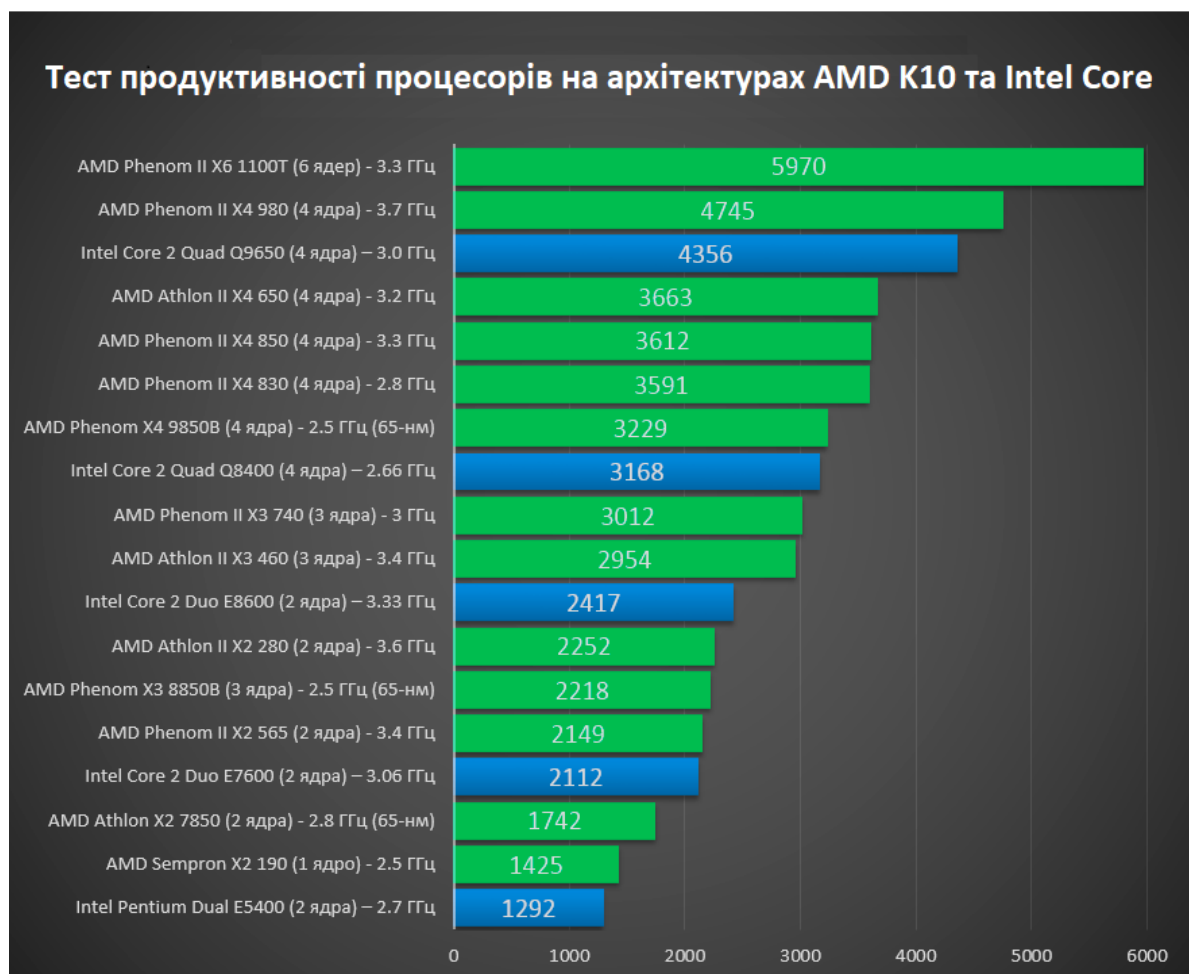


Рисунок 1.1 – Діаграма продуктивності процесорів

При цьому бренди *Pentium* і *Celeron* продовжили своє існування в самих бюджетних секторах ринку. Крім інших імен, нові процесори отримали і інші роз'єми. Перші чіпи з сімейства *Core i7* були розраховані на установку в власний сокет *LGA 1366*. Для всіх же інших представників нової архітектури, включаючи і деякі моделі *Core i7*, був призначений сокет *LGA 1156*. Тепер подивимося, які ж новаторства принесла з собою нова архітектура. Одним з головних змін в *Nehalem* стало те, що контролер оперативної пам'яті *DDR3* був перенесений з північного моста чіпсета безпосередньо в сам процесор, що мало підвищити ефективність обміну даними в цій ключовій зв'язці. При цьому шина *FSB*, яка забезпечувала багато років з'єднання центрального процесора з головним системним контролером була скасована, а на зміну їй прийшли нова шина *QPI (QuickPath Interconnect)* для *LGA 1366* і модифікована *DMI (Direct Media Interface)* для *LGA 1156*. До речі, варто відзначити, що компанія *AMD* пішла на цей крок трохи раніше свого конкурента.

Не менш важливим став і той факт, що в рамках архітектури *Nehalem*, компанія *Intel* здійснила черговий перехід на більш тонкий літографічний процес. Таким чином, в січні 2010 року побачило світ нове покоління процесорів, виготовлених за допомогою 32-нанометрового техпроцесу, в які були інтегровані графічне ядро, і контролер шини *PCI-E x16*. Таким чином, ключовою до цього компонент в системній логіці *Intel* – північний міст, розпаювати на материнських платах у вигляді окремої мікросхеми, перестав існувати.

Крім цього в нове процесорний ядро був доданий кеш третього рівня і повернута підтримка технології *Hyper-Threading*, що дозволяє створювати 2 віртуальних ядра на базі одного фізичного. Тобто чотирьохядерний процесор визначався системою, як восьм'ядерний.

Ну і нарешті, в рамках архітектури *Nehalem* дебютувала і ще одна процесорна технологія – *Turbo Boost*, яка активно застосовується і в нинішній

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

час. *Turbo Boost*, по суті є технологією «саморозгону» процесора і дозволяє збільшувати тактову частоту активних ядер вище номінальної в автоматичному режимі. При цьому частотний стелю розраховується виходячи з допустимих показників температури і енергоспоживання. Наприклад, чотирьохядерний процесор з номінальною частотою 2.8 ГГц, при двох невикористовуваних ядрах може бути розігнаний до 3,33 ГГц.

З підсумкової діаграми на рисунку 1.2 наочно видно, яким був розклад сил на процесорному ринку до кінця 2011 року. Однозначно можна сказати, що процесори на архітектурі *Nehalem* вийшли швидше своїх попередників і дозволили Intel зберегти лідируючі позиції в секторі продуктивних рішень.

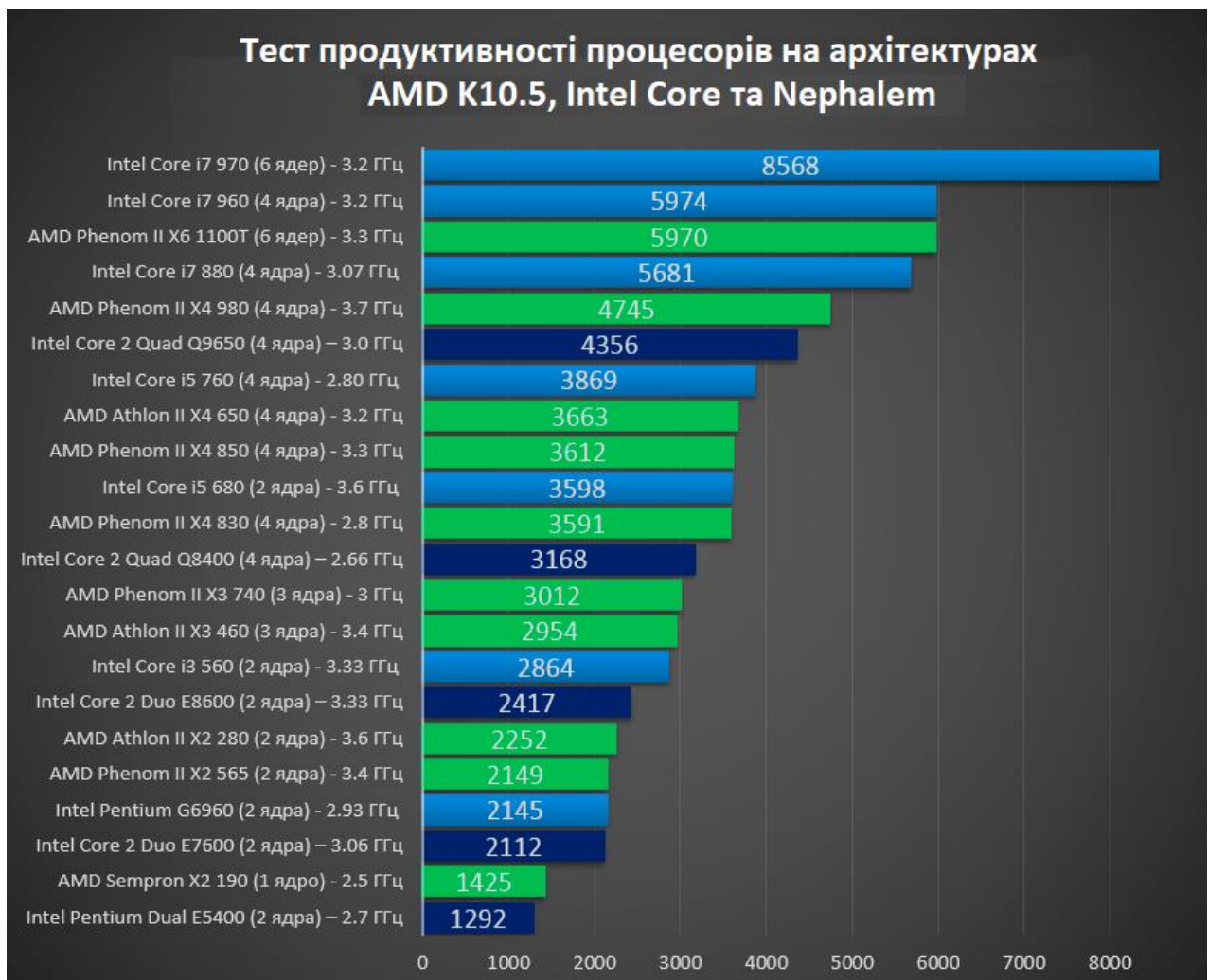


Рисунок 1.2 – Діаграма продуктивності процесорів

Так бачимо, що шестиядерний *Core i7 970* виявився просто поза конкуренцією, залишивши шестиядерний *Phenom II X6* далеко позаду. При

цьому для того, що б добитися такої ж продуктивності, як у флагманського чіпа *AMD*, процесорам *Intel* виявилось досить на два обчислювальних ядра менше. Так чотириядерні *Core i7* з більш низькими тактовими частотами показують практично такі ж результати, що і *Phenom II X6*. Правда тут варто зробити одне застереження. Все таки *Core i7 970* був дуже нішевим продуктом, орієнтованим на ентузіастів, готових платити великі гроші за таку високу продуктивність і не був розрахований на масовий ринок.

«Тік-так» (англ. *Tick-tock*) – екстенсивна стратегія розробки мікропроцесорів, анонсована *Intel* на конференції *Intel Developer Forum* у вересні 2006. Цикл розробки ділиться на дві стадії – «тик» і «так». «Тік» означає мініатюризацію технологічного процесу і відносно невеликі вдосконалення мікроархітектури. «Так» означає випуск процесорів з новою мікроархітектури, але за допомогою існуючого технологічного процесу.

У 2016 році – *Intel* зробила офіційне визнання в тому, що вона змушена відмовитися від дворічного циклічного поновлення мікроархітектури і технологічних процесів по емпіричному правилу «тік-так». Новий принцип, якому тепер збирається слідувати *Intel*, звучить як «процес – архітектура – оптимізація», і це означає, що по одним і тим же виробничим нормам компанія планує випускати не по два, як раніше, а по три покоління процесорів. Таким чином, час життя найближчих впровадження нових технологічних процесів розтягнеться щонайменше на два з половиною чи навіть на три роки.

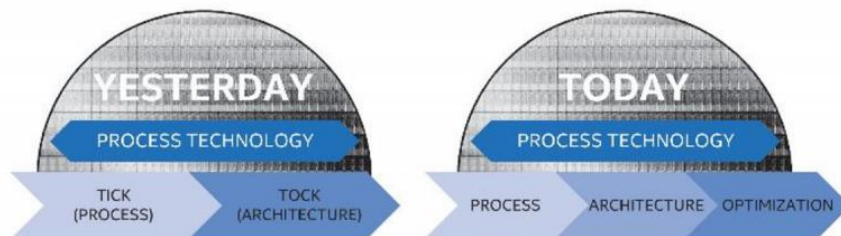


Рисунок 1.3 – Стратегія Тік-так сучасна

Терміни життя впровадження нових технологічних процесів будуть зростати, але *Intel* обіцяє зберігати технологічне лідерство.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Стратегія Тік-так до 2024 року

	Кодові назви	Процесори	Мікроархитектура	Технологічний процес	Початок випуску
«Тик»	Cedar Mill, Dempsey, Presler, Yonah	Intel Core, Pentium 4, Pentium D, Xeon	Intel P6, NetBurst		2006
«Так»	Allendale, Clovertown, Conroe, Kentsfield, Merom, Tigerton, Woodcrest	Intel Core 2, Xeon	Intel Core	65 нм	2006
«Тик»	Dunnington, Harpertown, Penryn, Wolfdale, Yorkfield		Penryn (удосконалений Intel Core)	45 нм	2008
«Так»	Beckton, Bloomfield, Clarksfield, Gainestown, Lynnfield	Intel Core i5/i7/i7 Extreme Edition, Xeon	Intel Nehalem		
«Тик»	Arrandale, Clarkdale, Gulftown	Intel Core i3/i5/i7/i7 Extreme Edition, Xeon	Intel Westmere (удосконалений Intel Nehalem)	32 нм	2010
«Так»	Sandy Bridge	Intel Core i3/i5/i7/i7 Extreme Edition, Xeon	Intel Sandy Bridge		2011
«Тик»	Ivy Bridge	Intel Core i3/i5/i7/i7 Extreme Edition, Xeon	Intel Ivy Bridge (удосконалений Intel Sandy Bridge)	22 нм	2012
«Так»	Haswell	Intel Core i3/i5/i7/i7 Extreme Edition, Xeon	Intel Haswell		2013
«Тик»	Broadwell	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Broadwell Intel Haswell)	14 нм	2014
«Так»	Skylake	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Skylake		2015
	Kaby Lake	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Kaby Lake		2016
«Тик»	Cannonlake	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Cannonlake	10 нм	2017
«Так»	Ice Lake	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Ice Lake		2018
	Tiger Lake	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Tiger Lake		2019
«Тик»	Raptor Lake	Intel Core i3/i5/i7/i7, Xeon	Intel Golden Cove + Intel Gracemont	7 нм	2021
«Так»	Meteor Lake	Intel Core Ultra 5/7/9	Intel Redwood Cove + Intel Crestmont		2022
«Тик»	Arrow Lake	Intel Core Ultra	Intel Lion Cove + Intel Skymont	2 нм	2024

Арк.

КРБ.КІ.1.442-03.6.1

21

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Те, що впровадження нових виробничих норм дається мікропроцесорній гігантіві з все великими труднощами, стало ясно ще при появі 14-нм технології: випуск чіпів покоління *Broadwell* довелося навіть зрушувати на більш пізній термін. З наступним же техпроцесом Intel не чекає нічого хорошого вже заздалегідь – саме тому в планах компанії і з'явився *Kaby Lake*, третє покоління процесорів, для виробництва яких використовуються 14-нм норми. Вони втілили в собі новоявлену стадію «оптимізація», і, судячи з того, як вона була здійснена на практиці, поліпшення на цьому такті циклу розробки стосуються головним чином техпроцесу.

Очевидно, що подібним чином справа буде обстоять і з наступним техпроцесом з 10-нм нормами. Уже зараз в його рамках *Intel* випустила як мінімум три покоління чіпів (*Cannonlake*, *Icelake* і *Tigerlake*), але як воно вийде насправді – взагалі припустити дуже складно. Згідно з поточними планами, переходу до більш тонким, 2-нм виробничим нормам варто чекати від *Intel* лише в 2024–2025 роках, після того як 10-нм технологія пробуде на озброєнні чотири або навіть п'ять років.

Процесори фірми Intel є одними з найбільш відомих і поширених на ринку комп'ютерної техніки. Компанія Intel випускає широкий спектр процесорів для різноманітних пристроїв, включаючи персональні комп'ютери, сервери, ноутбуки, мобільні пристрої та інші.

Історично, Intel випускає свої процесори в різних лінійках, які орієнтовані на різні класи пристроїв і рівні вимог до продуктивності. Деякі з найвідоміших ліній процесорів Intel включають:

1. Intel Core: це одна з основних ліній процесорів для робочих станцій, ноутбуків та деяких настільних комп'ютерів. У них можуть бути різні покоління, такі як Intel Core i3, i5, i7, і i9.

2. Intel Xeon: це процесори, спеціально розроблені для серверів і робочих станцій з великими обчислювальними завданнями. Вони зазвичай

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мають підвищену надійність і можливості для роботи з великими об'ємами даних та великими навантаженнями.

3. Intel Atom: ці процесори зазвичай використовуються в мобільних пристроях, таких як планшети, ноутбуки з великою продуктивністю або вбудовані системи, оскільки вони споживають мало енергії і забезпечують невеликі розміри.

4. Intel Pentium та Celeron: ці лінійки процесорів зазвичай спрямовані на ринок більш доступних пристроїв, таких як бюджетні ноутбуки, пристрої для дому та офісу.

У кожній лінійці процесорів Intel може бути кілька моделей з різними технічними характеристиками, такими як кількість ядер, частота, кеш-пам'ять та інші параметри. Користувачі обирають процесори в залежності від їхніх потреб у продуктивності, енергоефективності та інших факторів.

1.3 Використання процесорів Intel в комп'ютерних системах

Проектування багатомашинної комп'ютерної системи включає в себе кілька ключових кроків і розглядає ряд складових, від вибору апаратних компонентів до налаштування програмного забезпечення. Ось загальні рекомендації та кроки для проектування такої системи на базі процесорів *Intel*:

1. Визначення вимог:

Визначення призначення системи: обчислення, зберігання даних, обслуговування веб-серверів тощо.

Встановлення вимог до продуктивності: потрібний комп'ютерний потенціал, мережеві пропускні можливості, потрібний обсяг пам'яті та зберігання. Вирішення питання масштабування: чи планується нарощування систему в майбутньому?

2. Вибір апаратних компонентів:

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процесори: треба вибрати лінійку процесорів *Intel* відповідно до вашого навантаження (наприклад, *Intel Xeon* для серверів або *Intel Core* для робочих станцій).

Материнські плати: треба вибрати плати, які підтримують вибрані процесори та мають необхідні для вас роз'єми для оперативної пам'яті, розширювальні слоти тощо.

Оперативна пам'ять: треба визначити потрібний обсяг та тип оперативної пам'яті (наприклад, *DDR4*).

Системи зберігання даних: треба визначити типи та обсяги дисків (*HDD, SSD, NVMe*).

Мережеві адаптери: треба визначити потрібні швидкості мережі та типи з'єднань (наприклад, *1 GbE* тощо).

Блоки живлення: Треба обрати потужні та надійні блоки живлення, виходячи з розрахункової потужності компонентів.

3. Топологія мережі: вирішують, яку мережеву топологію будемо використовувати (зірка, кільце, повне з'єднання тощо).

Підбирають мережеве обладнання, таке як комутатори та маршрутизатори, які підтримують необхідну пропускну спроможність та протоколи. Враховуються можливості для масштабування мережі та резервування з'єднань.

4. Системне програмне забезпечення:

Обирають операційну систему, яка підтримує кластерні рішення (наприклад, *Windows Server, Linux* з пакетами для кластеризації). Визначають програмне забезпечення для управління кластером та розподілу завдань. Встановлюють необхідне програмне забезпечення для моніторингу, резервного копіювання та безпеки.

5. Розгортання та конфігурація: встановлюють апаратне забезпечення відповідно до технічних рекомендацій.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Налаштовують мережеві параметри, IP-адреси та інші мережеві служби. Встановлюють та налаштовують системне програмне забезпечення, а також спеціалізовані додатки. Проводять тестування системи на предмет стабільності та продуктивності.

6. Документація та підтримка:

Створюють документацію системи, включаючи схеми, конфігурації та процедури резервного копіювання. Заплановують процедури з регулярного сервісного обслуговування та підтримки.

Багатомашинні комп'ютерні системи можуть вимагати спеціалізованих знань та досвіду в різних областях інформаційних технологій, тому часто залучають кваліфікованих інженерів або консалтингові компанії для їх проектування та впровадження.

Сучасний світ комп'ютерної техніки характеризується широким спектром можливостей для проектування та розробки комп'ютерних систем на основі різноманітних технологій. Однією з провідних компаній у цій сфері є *Intel*, що відома своїми високоякісними процесорами та інноваційними рішеннями.

Intel пропонує широкий вибір процесорів для різних потреб. Найбільш відомі лінійки включають *Intel Core*, *Intel Xeon*, *Intel Atom*, а також бюджетні лінії *Intel Pentium* та *Celeron*. Кожна лінійка має свої унікальні характеристики та призначення.

Перед початком проектування комп'ютерної системи необхідно ретельно обрати процесор, який відповідає вимогам проекту. Фактори, які слід врахувати, включають продуктивність, енергоефективність, потужність, вартість та можливості майбутнього розширення.

На основі вибраного процесора слід розробити архітектуру комп'ютерної системи. Це включає вибір материнської плати, оперативної пам'яті, зберігання даних та інших компонентів, які оптимізовані для використання разом з вибраним процесором.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після вибору апаратної архітектури важливо обрати операційну систему, яка найкращим чином підходить для проектованої системи. Операційна система повинна підтримувати функціональні можливості процесора та інших компонентів системи.

Після збирання комп'ютерної системи необхідно провести тестування та налагодження, щоб переконатися, що вона працює правильно та відповідає вимогам проекту.

Проектування комп'ютерної системи на базі процесорів *Intel* – це складний, але захоплюючий процес, який вимагає уважного планування та вибору оптимальних компонентів. Правильний вибір процесора та інших компонентів може значно вплинути на продуктивність та ефективність системи в цілому.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СХЕМИ БАГАТОМАШИННОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Вибір та конфігурація устаткування

Конфігурація устаткування містить в собі наступні складові.

Материнська плата *Gigabyte B760M DS3H DDR4*. Ця материнська плата була обрана через свою чудову сумісність із сучасними процесорами *Intel*, що забезпечує високу надію та тривалий термін служби комп'ютера. Підтримка *DDR4* оперативної пам'яті надасть високу швидкість передачі даних. Розширені можливості материнської плати, враховуючи різноманітні порти та слоти розширення, дозволяють встановлювати додаткові пристрої та компоненти. Ще, *Gigabyte* – це відомий виробник з репутацією надійності та якості, що робить цю материнську плату привабливим вибором для комп'ютера.

Таблиця 2.1

Характеристики материнської плати *Gigabyte B760M DS3H DDR4*

Сокет	<i>Socket 1700</i>
Чипсет (північний міст)	<i>Intel B760</i>
Формфактор	<i>Micro ATX</i>
Підтримка пам'яті	4 x <i>DDR4 DIMM</i> ; двоканальна
<i>M.2</i>	2 шт.
Підтримка процесорів	<i>Intel Core / Pentium / Gold / Celeron 13-го та 12-го покоління</i>
Основні роз'єми живлення	1 x 24-контактний <i>ATX</i> 1 x 8-контактний <i>ATX 12 В</i>
Максимальна частота пам'яті	5333 МГц
<i>SATA-III</i>	4 шт.
Ціна	4399 грн.

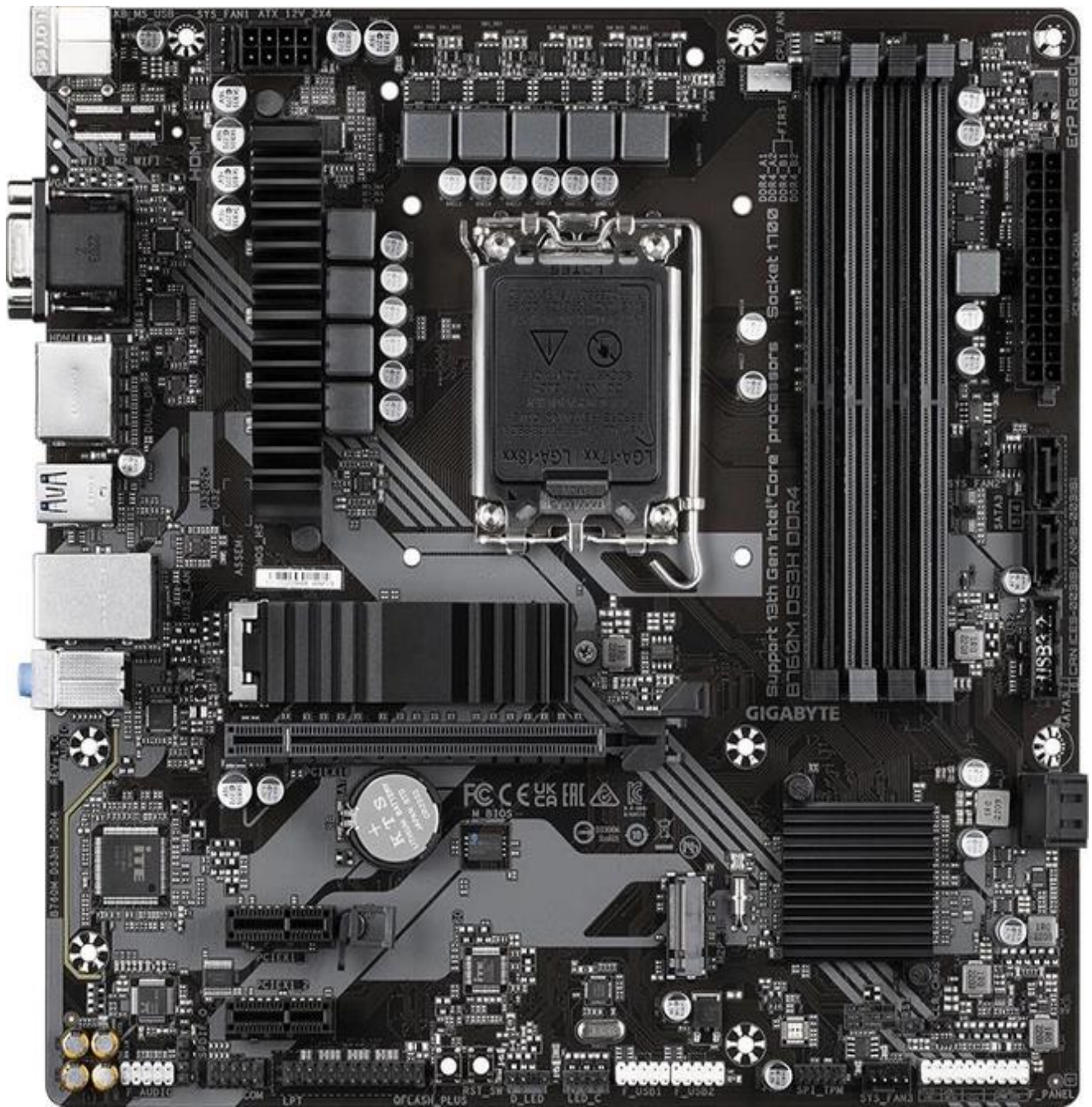


Рисунок 2.1 – Материнська плата *Gigabyte B760M*

Процесор *Intel Core i5-13400F 2.5GHz/20MB*

Процесор було обрано через його вражаючу здатність обробляти обчислювально-інтенсивні завдання. З 10 ядрами та 16 потоками він надає потужність, яка необхідна для будь якого користувача.

Цей процесор добре підійде до обраної материнської плати, тому що він відноситься до 13-го покоління процесорів *Intel* і має сокет 1700.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.442-03.6.1

Арк.

28



Рисунок 2.2 – Процесор *Intel Core i5-13400F*

Таблиця 2.2

Характеристики процесора

<i>Intel Core i5-13400F 2.5GHz/20MB</i>	
Сімейство процесорів	<i>Intel Core i5</i>
Тип роз'єму	<i>Socket 1700</i>
Покоління процесорів <i>Intel</i>	13 покоління (Raptor Lake)
Кількість ядер	10
Кількість потоків	16
Базова тактова частота	2.5 ГГц
Максимальна тактова частота	4.6 ГГц
Тип пам'яті	<i>DDR4-3200, DDR5-4800</i>
Потужність <i>TDP</i>	148 Вт
Об'єм кеш пам'яті 3 рівня	20 МБ
Інтегрований кулер	Немає
Ціна	9100 грн

Кулер *be quiet! Pure Rock 2 FX Black*

Цей кулер був обраний через те, що він підходить до сокету 1700, працює достатньо тихо, має підсвітку та підходить до потужності *TDP* нашого процесору (148 Вт), з невеликим запасом.



Рисунок 2.3 – Кулер для процесора

Таблиця 2.3

Характеристики кулера для процесора

<i>be quiet! Pure Rock 2 FX Black</i>	
Матеріал радіатора	Алюміній
Живлення	12В
Розмір вентилятора	120 мм
Розміри	66 x 121 x 155 мм
Вага	685 г
Роз'єми живлення	4-pin
Максимальний TDP	150W
Максимальний рівень шуму	24,4 дБ
Ціна	2455 грн

Вибір корпусу, блоку живлення

Корпус 2E Gaming Turbo

Корпус виглядає досить естетично та підходить до усіх наших комплектуючих. В нього вже вбудовано 4 кулери та є можливість встановлення додаткового охолодження.



Рисунок 2.4 – Корпус комп'ютера

Таблиця 2.4

Характеристики корпусу комп'ютера

<i>2E Gaming Turbo</i>	
Форм-фактор материнської плати	<i>ATX, Mini-ITX microATX</i>
Кількість внутрішніх відсіків 3.5"	2
Кількість відсіків 2.5"	2
Вбудоване охолодження	Лицьова панель: 1 x 200 мм <i>ARGB</i> Задня панель: 1 x 120 мм <i>ARGB</i> Верхня панель: 2 x 120 мм <i>ARGB</i>
Опціональне охолодження	Лицьова панель: 3 x 120 мм Верхня панель: 2 x 120 мм Задня панель: 1 x 120 мм
Розміри	210 x 441 x 425 мм
Максимальна довжина відеокарти	345 мм
Максимальна висота кулера ЦП	160 мм
Ціна	2269 грн

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.442-03.6.1

Арк.

31

Блок живлення має достатньо велике значення для всієї системи, він має всі необхідні роз'єми, аби забезпечити безперервну роботу нашої системи. За таку ціну це один з найкращих варіантів.

Блок живлення *DEERCOOL PF650*.









Рисунок 2.5 – Блок живлення

Таблиця 2.5

Характеристики блоку живлення

<i>DEERCOOL PF650</i>	
Потужність	650 Вт
Роз'єми живлення процесора	1 × 4+4
Напруга	12 В
Тип роз'ємів додаткового живлення для відеокарт	6+2-pin (PCIe): 4
Максимальні навантаження	650 Вт
Кількість SATA роз'ємів	6
Діапазон вхідної напруги	200 – 240 V
Розміри, вага	140×150×86 мм, 1.25 кг
Ціна	2000 грн

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Процессор	Бренд	Intel	▼
		Сокет	LGA1700	▼
		Модель	I-13400E	▼
	Графический процессор	Бренд	NVIDIA	▼
		Модель	RTX 4060 Ti	▼
		Количество	1	▼
<input type="checkbox"/> Добавить другие опции				
	Оперативная память	Модуль памяти	DDR4	▼
		Количество	2	▼
<input type="checkbox"/> Добавить новую опцию				
	Дополнительные карты PCI Express	PCI-e x1	No Select	▼
		PCI-e x4	Select	▼
		PCI-e x8	Select	▼
		PCI-e x16	Select	▼
	Накопители	Тип	M.2 SSD	▼
		Количество	2	▼
<input type="checkbox"/> Добавить опцию RAID				
	Оптический привод	Тип	No Select	▼
		<input type="checkbox"/> Добавить опцию DVD		
...	Другое	Тип	4	▼
		№	<input type="checkbox"/>	

Рекомендуемая мощность блока питания

560 Вт

Рекомендуемый блок питания

Рисунок 2.6 – Рекомендована потужність блоку живлення

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.442-03.6.1

Арк.

33

Розрахувавши максимальну потужність блоку живлення для цієї конфігурації, отримали значення до 600 Вт.

Вибір внутрішньої та зовнішньої пам'яті

Оперативна пам'ять *A-Data XPG Gammix D20*

Оперативну пам'ять я обрала із частотою 3200 МГц, вона підходить до усіх комплектуючих нашої конфігурації. На кожній платі буде встановлено 4 модуля пам'яті, загалом 64 ГБ на кожній платі.



Рисунок 2.7 – Оперативна пам'ять

Таблиця 2.6

Характеристики оперативної пам'яті

<i>A-Data XPG Gammix D20</i>	
Обсяг пам'яті	16 ГБ
Частота пам'яті	3200 МГц
Напруга живлення	1.35 В
Тип пам'яті	<i>DDR4</i>
Ефективна пропускна спроможність	25600 МБ/с
Ціна	1900 грн

SSD диск *Kingston NV2 500GB M.2 SSD*

Цей *SSD* гарно запропонував себе. Його буде достатньо, як для зберігання програм, ігор, драйверів, так і на встановлення операційної системи.



Рисунок 2.8 – Накопичувач SSD

Таблиця 2.7

Характеристики накопичувача SSD

<i>Kingston NV2 500GB M.2 SSD</i>	
Ємність накопичувача	500 ГБ
Швидкість читання	До 3500 МБ/с
Швидкість запису	До 2100 МБ/с
Форм-фактор	M.2
Ціна	1550 грн

Жорсткий диск *Seagate BarraCuda HDD 2TB 7200rpm 256MB*

Жорсткий диск зараз є одним з найкращих в експлуатації за свою ціну, а враховуючи наші SSD, 2 TB більш ніж вистачить для зберігання іншої інформації та даних, наприклад фото чи відео.



Рисунок 2.9 – Жорсткий диск

Характеристики *HDD*

<i>Seagate BarraCuda HDD 2TB</i>	
Ємність накопичувача	2 ТБ
Форм-фактор	3.5"
Інтерфейс підключення	<i>SATAIII</i>
Швидкість обертання шпинделя	7200 об/хв
Швидкість передавання даних	220 МБ/с
Об'єм буфера	256 МБ
Максимальна споживана потужність	4.3 Вт
Ціна	1899 грн

Відеокарта *MSI GeForce RTX 4060 Ti Ventus 2X Black 8G GDDR6* буде використана для 12 комп'ютерів системи.

Ця карта має видатну графічну продуктивність за свої кошти і 8 гігабайтів відеопам'яті, вона створена для забезпечення високої продуктивності у сучасних іграх, тощо. Також підтримує технології трасування променів та штучного інтелекту, що робить її чудовим вибором для ігор та професійних додатків.

Рисунок 2.10 – Відеокарта *MSI GeForce RTX 4060 Ti*

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Характеристики відеокарти

<i>MSI GeForce RTX 4060 Ti Ventus 2X Black 8G GDDR6</i>	
Графічний чип	<i>GeForce RTX 4060 Ti</i>
Частота пам'яті	18000 МГц
Частота ядра	<i>Extreme Performance: 2580 МГц</i> <i>Boost: 2565 МГц</i>
Система охолодження	Вентилятор + радіатор
Обсяг пам'яті	8 ГБ
Максимальна роздільна здатність	7680x4320
Мінімально необхідна потужність БЖ	550 Вт
Додаткове живлення	8 pin
Довжина відеокарти, мм	199 мм
Ціна	20599 грн

Вибір пристроїв введення-виведення

Монітор 27" *MSI PRO MP271*

Цей монітор було обрано завдяки його хорошій продуктивності та доступній ціні. Монітори від бренду *MSI* зазвичай пропонують яскраві кольори та низьку затримку виведення.

Рисунок 2.11 – Монітор *MSI PRO MP271*

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.442-03.6.1

Арк.

37

Характеристики монітора

Монітор 27" <i>MSI PRO MP271</i>	
Діагональ дисплея	27"
Частота оновлення	75 Гц
Роздільна здатність дисплея	1920x1080
Тип матриці	<i>IPS</i>
Відношення сторін	16:9
Інтерфейси	<i>VGA</i> <i>HDMI</i>
Вбудовані колонки	+
Максимальна кількість кольорів	16.7 млн (8 bit)
Ціна	8600 грн

Миша *Razer DeathAdder Essential USB Black*

Ця миша володіє високою надійністю, що робить її популярним та гарним вибором для геймерів чи просто користувачів ПК.

Характеристики миші

<i>Razer DeathAdder Essential USB Black</i>	
Підключення	Дротове
Розмір миші	Велика
Кількість кнопок миші	5
Особливості	Підсвічування
Тип датчика	Оптичний
Кнопки	Програмовані
Ціна	1131 грн



Рисунок 2.12 - Клавіатура

Клавіатура *RAZER BlackWidow V3 TKL*

Ця клавіатура була обрана через її міцність і надійність. Вона є непоганим рішенням для ігор та повсякденного використання. *RAZER* також пропонує підсвічування *RGB*.

Таблиця 2.12

Характеристики клавіатури

<i>RAZER BlackWidow V3 TKL</i>	
Тип клавіатури	Механічна
Підключення	Провідне
Підсвічування клавіш	<i>RGB</i>
Форма	Компактна
Розкладка	<i>Eng</i>
Інтерфейс	<i>USB</i>
Тип механічних перемикачів	<i>Razer Chroma</i>
Вага	600 г
Ціна	3000 грн

$$C_{\text{комп}} = 4399 + 9100 + 2455 + 2269 + 2000 + 1550 + 1899 + 20599 + 8600 + 1131 + 3000 = 57000$$

Загальна ціна одного комп'ютера у системі – 57000 гривень.

2.2 Розрахунок швидкодії та ефективності комп'ютера

Обчислювальна потужність комп'ютера – це важливий показник комп'ютера, який визначає здатність комп'ютера виконувати різноманітні обчислення і завдання. Цей показник може бути визначений різними способами, в залежності від того, які конкретні завдання або операції потрібно виконати.

Основні складові обчислювальної потужності включають такі фактори:

1. Центральний процесор (*CPU*): це найголовніший обчислювальний "мозок" комп'ютера. Швидкість та кількість ядер процесора впливають на здатність комп'ютера виконувати завдання, такі як обчислення, кодування відео, обробка графіки і багато інших.

2. Оперативна пам'ять (*RAM*): об'єм оперативної пам'яті визначає, наскільки великі обсяги даних можуть одночасно зберігатися в пам'яті для швидкого доступу. Більше ОЗП дозволяє комп'ютеру ефективно опрацьовувати більш складні завдання та запускати багатозадачні програми.

3. Графічний процесор, відеокарта (*GPU*): Використовується для обробки графічних завдань, таких як графічні ігри, відеомонтаж, обробка фотографій і наукові розрахунки. Сучасні графічні процесори мають велику обчислювальну потужність і можуть бути використані для спеціалізованих завдань.

4. Сховище даних: швидкість і обсяг сховища даних (наприклад, *SSD* або *HDD*) впливають на швидкість завантаження операційних систем, програм і доступ до даних.

5. Архітектура комп'ютера: особливості архітектури, такі як розрядність (наприклад, 32-бітна або 64-бітна), також впливають на обчислювальну потужність і сумісність з програмами.

6. Операційна система ОС: вибір операційної системи може впливати на продуктивність комп'ютера, оскільки деякі операційні системи більш ефективно працюють з конкретними апаратними засобами.

7. Обчислювальна потужність може бути виміряна різними тестами та бенчмарками, які оцінюють продуктивність у різних сценаріях. Зазвичай, більша обчислювальна потужність дозволяє комп'ютеру виконувати більше завдань і працювати швидше. Однак варто пам'ятати, що оптимальний рівень обчислювальної потужності залежить від конкретних потреб користувача і типу завдань, які вони планують виконувати на комп'ютері.

FLOPS (Floating-Point Operations Per Second) - це один з основних показників обчислювальної потужності, який вимірює кількість операцій з числами з плаваючою комою (дійсними числами) в секунду, які може виконати комп'ютер або інший обчислювальний пристрій. *FLOPS* є важливим показником, коли розглядають обчислювальну потужність,

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

особливо в галузях, де важливі обчислення з високою точністю, такі як наукові обчислення, обробка сигналів, інженерні розрахунки, обробка графіки та інші сценарії.

Продуктивності комп'ютера розрахована в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Розрахунок продуктивності комп'ютера

$P_{max} = k_1 * k_2 * f$	
$k_1 = 16$	Кількість ядер процесору
$k_2 = 4$	Кількість операцій за один такт
$f = 4.6 \text{ ГГц}$	Частота процесору
$P_{max} = 16 * 4 * 4.6 = 294 \text{ Гфлопс}$	

Ефективність комп'ютера розрахована в таблиці 2.14

Таблиця 2.14

Розрахунок ефективності комп'ютера

$E_k = \frac{P_{max}}{C_{комп} + C_{експл}}$	
$P_{max} = 294 \text{ Гфлопс}$	Продуктивність комп'ютера
$C_{комп} = 57000 \text{ грн}$	Вартість комп'ютера
$C_{експл} = 5700 \text{ грн}$	Вартість експлуатації
$E_k = 294 * 10^9 / (57000 + 5700) = 4,7 * 10^6 \frac{\text{Флопс}}{\text{грн}} = 4,7 \text{ МФлопс/грн}$	

2.3 Вибір додаткового обладнання

Вибір джерела безперебійного живлення для серверу.

Як додаткове устаткування, застосовуваного в системі, необхідно використовувати джерело безперебійного живлення (ДБЖ) для живлення серверу (головного комп'ютера, який буде збирати результати розрахунків в комп'ютерній системі).

Вибираємо систему джерела безперебійного живлення з двох ДБЖ типу *APC Smart-UPS 5000 Rackmount 2U*. Ці джерела будуть призначені для 12 головних комп'ютерів системи.

Детальніше:

- тип – лінійно-інтерактивний (*line-interactive*), забезпечує стабілізацію напруги на виході при цьому частоти на вході і виході збігаються;
- вихідна потужність 4500 Вт;
- час зарядки батареї – 4 години;
- час роботи при неповному навантажуванні складає 30 хвилин;
- своєчасне попередження про зміну батареї;
- автоматичний запуск у разі відсутності напруги в мережі;
- інтерфейс – *USB*;
- розташування розеток – на задній панелі;
- вага – 45 кг;
- робоча температура – 0 – 40 °С.

Вимоги до зберігання інформації у комп'ютерній системі

Масив *Redundant Array of Independent Disks (RAID)* – надлишковий масив незалежних дисків. Принцип функціонування *RAID*-системи полягає в наступному: з набору дискових накопичувачів створюється масив, який управляється спеціальним контролером і визначається комп'ютером як єдиний логічний диск великої ємності. За рахунок паралельного виконання операцій введення-виведення забезпечується висока швидкодія системи, а підвищена надійність зберігання інформації досягається дублюванням даних або обчисленням контрольних сум. Слід зазначити, що застосування *RAID*-масивів захищає від втрат даних лише в разі фізичного відмови жорстких дисків.

Розрізняють декілька основних рівнів *RAID*-масивів: *RAID* 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Також існують комбіновані рівні, такі як *RAID* 10, 0+1, 30, 50, 53 і т.п.

Масив *RAID 1* – дисковий масив з дзеркалюванням (*Mirroring & Duplexing*). Дисковий масив із дублюванням інформації (дзеркалювання даних). У простому випадку два накопичувача містять однакову інформацію і

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

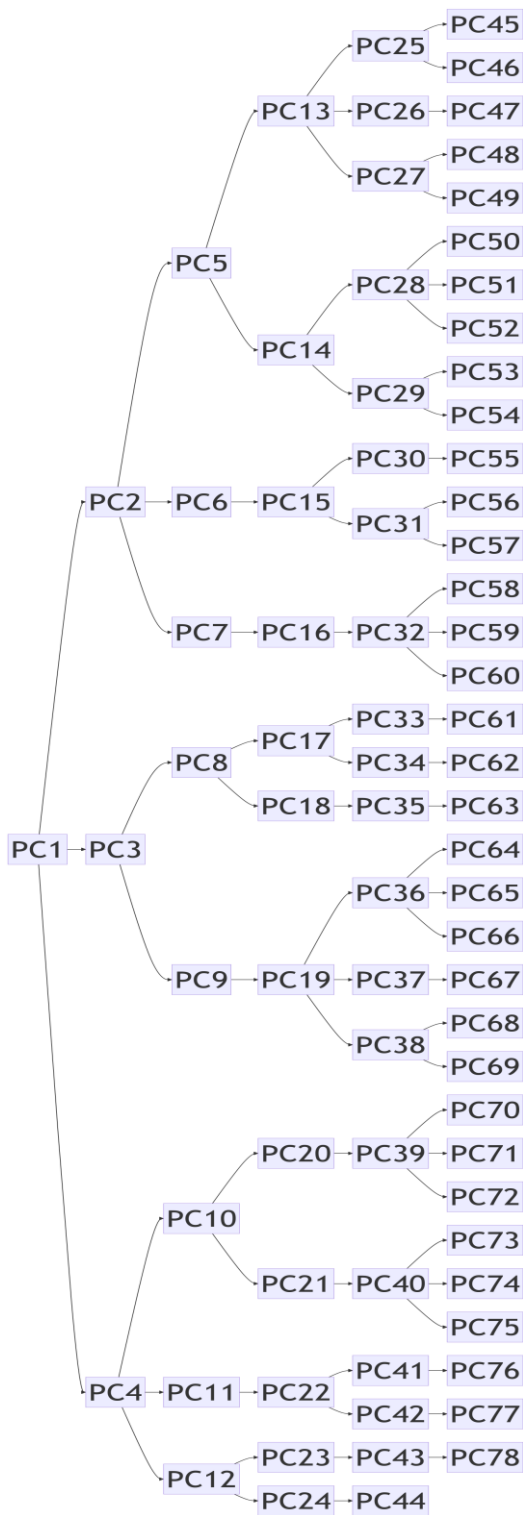


Рисунок 2.14 – Топологія комп'ютерної системи «дерево»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Розрахунок коефіцієнта прискорення в комп'ютерній системі

Залежність коефіцієнта прискорення від числа процесорів і ступеню паралелізму алгоритму називається законом Амдала.

Якщо побудувати графік по закону Амдала, то він показує, що при невеликому ступені паралелізму використання великого числа процесорів не дає значного виграшу в швидкодії. Якщо ж ступінь паралелізму достатньо великий, то коефіцієнт прискорення може бути достатній великим.

Нехай f – це частка послідовних обчислень, $0 < f < 1$. Максимальне прискорення K_{Π} , досягне на обчислювальній системі з N процесорів, можна оцінити за допомогою наступної формули, закону Амдала:

$$K_{\Pi} \leq \frac{1}{f + (1-f) * N^{-1}}, \quad (3.1)$$

Закон Амдала має наступні наслідки: Завжди при будь-якому скільки завгодно великому числі процесорів, незалежно від якості реалізації паралельної частини коду.

$$K_{\Pi} < \frac{1}{f}, \quad (3.2)$$

Із закону Амдала виходить висновок про те, що наявність навіть невеликих послідовних частин коду істотно знижує паралельну ефективність програми.

Коефіцієнт прискорення (K_{Π}) показує, у скільки разів швидше комп'ютерна система вирішить завдання ніж один обчислювач, а так само, у скільки разів швидше буде вирішена задача при використанні паралельного алгоритму ніж без нього.

Розрахуємо коефіцієнт прискорення по формулі (3.1).

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нам дано, що $N=78$. Розрахуємо коефіцієнт прискорення, змінюючи частку послідовних обчислень f від 0 до 1 з шагом 0,025. Виконаємо розрахунок K_{Π} :

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.025 + (1 - 0.025) * 78^{-1})) = 26.67$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.05 + (1 - 0.05) * 78^{-1})) = 16.08$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.075 + (1 - 0.075) * 78^{-1})) = 11.51$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.1 + (1 - 0.1) * 78^{-1})) = 8.97$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.125 + (1 - 0.125) * 78^{-1})) = 7.34$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.15 + (1 - 0.15) * 78^{-1})) = 6.22$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.175 + (1 - 0.175) * 78^{-1})) = 5.39$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.2 + (1 - 0.2) * 78^{-1})) = 4.76$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.225 + (1 - 0.225) * 78^{-1})) = 4.26$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.25 + (1 - 0.25) * 78^{-1})) = 3.85$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.275 + (1 - 0.275) * 78^{-1})) = 3.52$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.3 + (1 - 0.3) * 78^{-1})) = 3.24$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.325 + (1 - 0.325) * 78^{-1})) = 3$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.35 + (1 - 0.35) * 78^{-1})) = 2.79$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.375 + (1 - 0.375) * 78^{-1})) = 2.61$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.4 + (1 - 0.4) * 78^{-1})) = 2.45$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.425 + (1 - 0.425) * 78^{-1})) = 2.31$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.45 + (1 - 0.45) * 78^{-1})) = 2.19$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.475 + (1 - 0.475) * 78^{-1})) = 2.08$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.5 + (1 - 0.5) * 78^{-1})) = 1.97$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.525 + (1 - 0.525) * 78^{-1})) = 1.88$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.55 + (1 - 0.55) * 78^{-1})) = 1.8$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.575 + (1 - 0.575) * 78^{-1})) = 1.72$$

					<i>KPB.KI.1.442-03.6.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.6 + (1 - 0.6) * 78^{-1})) = 1.65$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.625 + (1 - 0.625) * 78^{-1})) = 1.59$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.65 + (1 - 0.65) * 78^{-1})) = 1.53$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.675 + (1 - 0.675) * 78^{-1})) = 1.47$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.7 + (1 - 0.7) * 78^{-1})) = 1.42$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.725 + (1 - 0.725) * 78^{-1})) = 1.37$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.75 + (1 - 0.75) * 78^{-1})) = 1.33$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.775 + (1 - 0.775) * 78^{-1})) = 1.29$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.8 + (1 - 0.8) * 78^{-1})) = 1.25$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.825 + (1 - 0.825) * 78^{-1})) = 1.21$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.85 + (1 - 0.85) * 78^{-1})) = 1.17$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.875 + (1 - 0.875) * 78^{-1})) = 1.14$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.9 + (1 - 0.9) * 78^{-1})) = 1.11$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.925 + (1 - 0.925) * 78^{-1})) = 1.08$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.95 + (1 - 0.95) * 78^{-1})) = 1.05$$

$$K_{\Pi} = 1 / ((0.975 + (1 - 0.975) * 78^{-1})) = 1.03$$

Таблиця 3.1

Значення функції коефіцієнту прискорення

f	0	0.025	0.05	0.075	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2	0.225	0.25
(K_{Π})	78	26.67	16.08	11.51	8.97	7.34	6.22	5.39	4.76	4.26	3.85
f	0.275	0.3	0.325	0.35	0.375	0.4	0.425	0.45	0.475	0.5	0.525
(K_{Π})	3.52	3.24	3	2.79	2.61	2.45	2.31	2.19	2.08	1.97	1.88
f	0.55	0.575	0.6	0.625	0.65	0.675	0.7	0.725	0.75	0.775	0.8
(K_{Π})	1.8	1.72	1.65	1.59	1.53	1.47	1.42	1.37	1.33	1.29	1.25
f	0.825	0.85	0.875	0.9	0.925	0.95	0.975	1			
(K_{Π})	1.21	1.17	1.14	1.11	1.08	1.05	1.03	1			

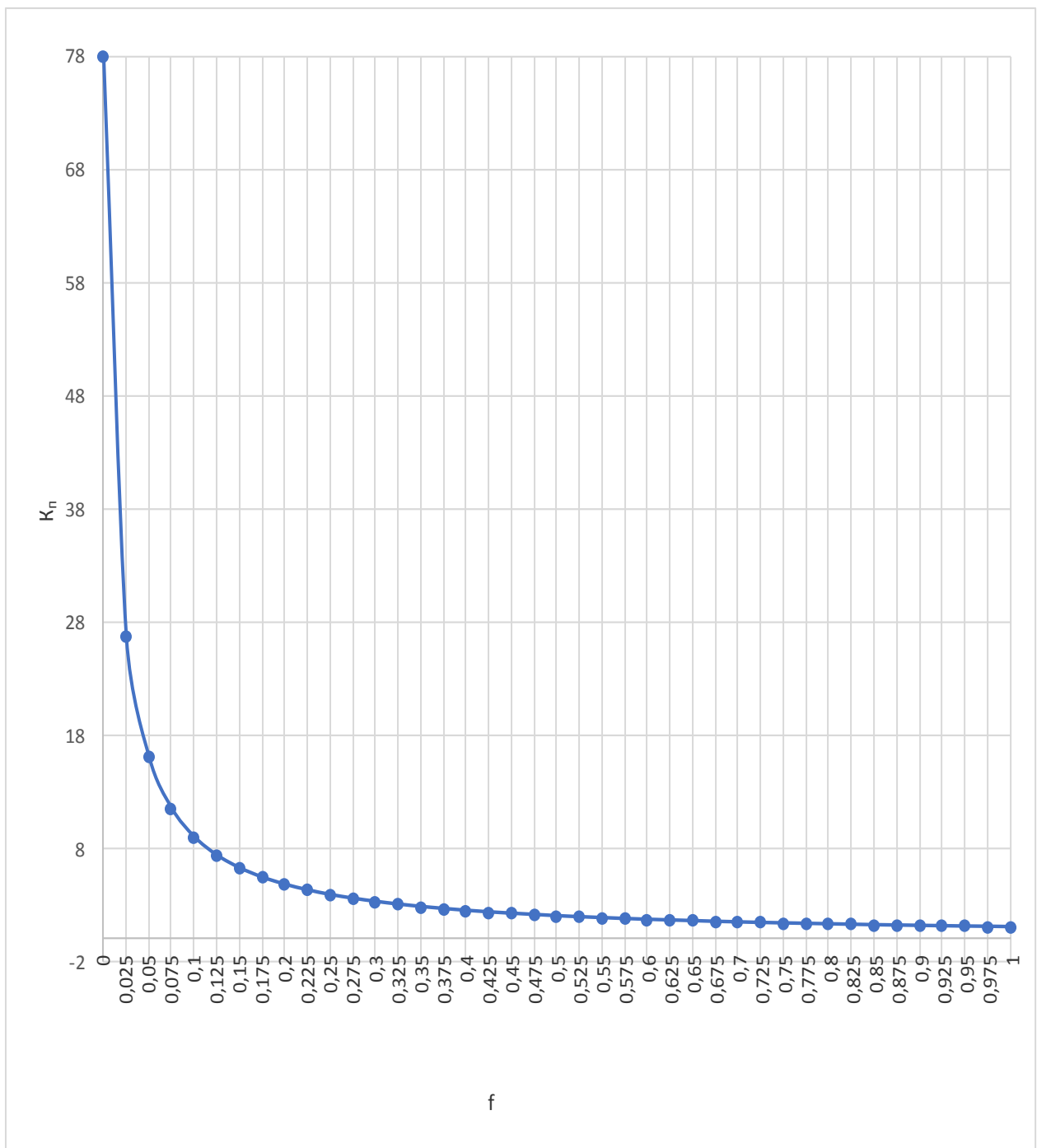


Рисунок 3.1 – Графік функції коефіцієнту прискорення

З графіка видно, що чим менше послідовних команд, тим більше коефіцієнт прискорення, тому звичайно зменшується час рішення складних задач.

3.2 Розрахунок показників надійності комп'ютерних систем

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

$$r(t) = e^{-\lambda t}, \quad (3.3)$$

Середній час безвідмовної роботи однієї ЕМ:

$$\theta = \frac{1}{\lambda}, \quad (3.4)$$

Згідно з варіантом, $\lambda = 0,000855$ (годин⁻¹).

Розрахуємо середній час без відмовної роботи однієї ЕМ:

$$\theta = \frac{1}{0,000855} = 1169,6 \text{ (годин)}.$$

Треба також розрахувати $t_{\text{кінцеве}}$:

$$t_{\text{кінцеве}} = 3 * \theta = 3 * 1169,6 = 3508,8 \text{ (годин)},$$

Розрахуємо функцію надійності для ЕОМ в різних значеннях t , і занесемо дані до таблиці (3.1).

$$r(t) = e^{-0,000855 * 0} = 1$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 176} = 0,86$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 352} = 0,74$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 528} = 0,64$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 704} = 0,55$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 880} = 0,47$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 1056} = 0,41$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 1232} = 0,35$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 1408} = 0,3$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 1584} = 0,26$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 1760} = 0,22$$

$$r(t) = e^{-0,000855 * 1936} = 0,19$$

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 2112} = 0,16$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 2288} = 0,14$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 2464} = 0,12$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 2640} = 0,10$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 2816} = 0,09$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 2992} = 0,08$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 3168} = 0,07$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 3344} = 0,06$$

$$r(t) = e^{-0,000855 \cdot 3520} = 0,05$$

Таким чином, результати розрахунку функції надійності наведені у таблиці (3.2).

Таблиця 3.2

Значення функції надійності ЕОМ $r(t)$ і аргументу t

t	176	352	528	704	880	1056	1232	1408	1584	1760
$r(t)$	0,86	0,74	0,64	0,55	0,47	0,41	0,35	0,30	0,26	0,22
t	1936	2112	2288	2464	2640	2816	2992	3168	3344	3520
$r(t)$	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05

Побудуємо графік функції надійності:

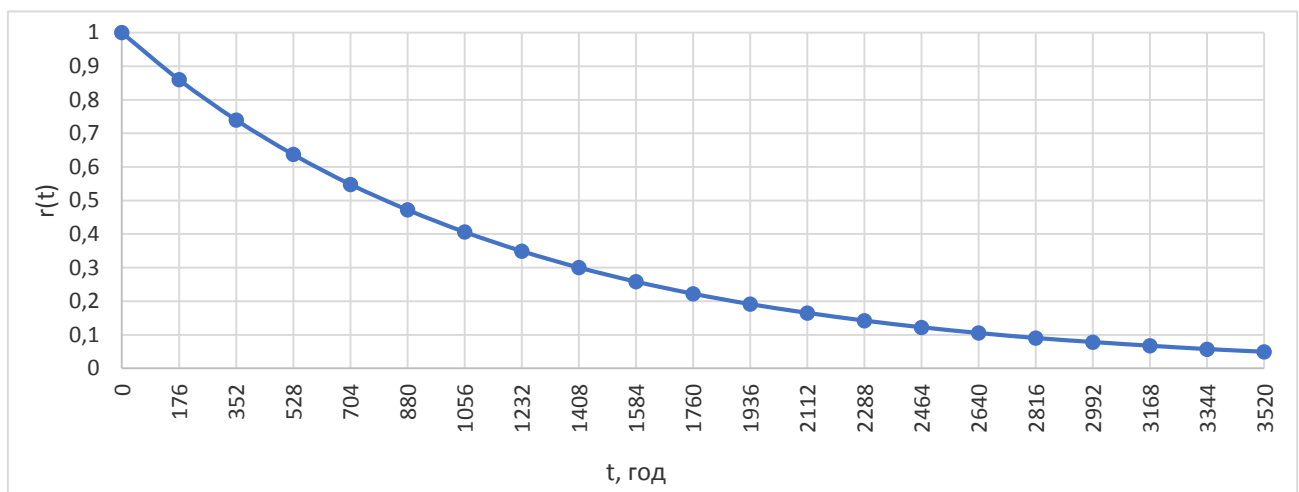


Рисунок 3.2 – Графік функції надійності $r(t)$

Розрахуємо функцію надійності комп'ютерної системи по формулі:

$$R(t) = e^{-\Lambda t}, \quad (3.5)$$

де Λ – інтенсивність потоку відмов комп'ютерної системи.

Λ знаходиться по формулі:

$$\Lambda = N * \lambda, \quad (3.6)$$

Розрахуємо інтенсивність потоку відмов комп'ютерної системи:

$$\Lambda = 78 * 0,000855 = 0,0667 \text{ (годин}^{-1}\text{)},$$

Середній час безвідмовної роботи комп'ютерної системи знаходиться по формулі:

$$\Theta = \frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{0,0667} = 15 \text{ (годин)}, \quad (3.7)$$

Для того, щоб розрахувати $R(t)$, треба розрахувати $t_{\text{кінцеве}}$:

$$t_{\text{кінцеве}} = 3 * \Theta = 3 * 15 = 45 \text{ (годин)},$$

Розрахуємо функцію надійності КС в різних значеннях t , і занесем дані до таблиці (3.3).

$$R(t) = e^{-0,0667 * 2,25} = 0,861$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 4,5} = 0,741$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 6,75} = 0,637$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 9} = 0,549$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 11,25} = 0,472$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 13,5} = 0,406$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 15,75} = 0,350$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 18} = 0,301$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 20,25} = 0,259$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 22,5} = 0,223$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 24,75} = 0,192$$

$$R(t) = e^{-0,0667 * 27} = 0,165$$

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 29,25} = 0,142$$

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 31,5} = 0,122$$

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 33,75} = 0,105$$

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 36} = 0,091$$

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 38,25} = 0,078$$

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 40,5} = 0,067$$

$$R(t) = e^{-0,0667 \cdot 42,75} = 0,058$$

Таким чином, результати розрахунку функції надійності наведені у таблиці (3.3).

Таблиця 3.3

Значення функції надійності КС $R(t)$ і аргументу t

t	2,25	4,5	6,75	9	11,25	13,5	15,75	18	20,25	22,5
$R(t)$	0,861	0,741	0,637	0,549	0,472	0,406	0,350	0,301	0,259	0,223
t	24,75	27	29,25	31,5	33,75	36	38,25	40,5	42,75	45
$R(t)$	0,192	0,165	0,142	0,122	0,105	0,091	0,078	0,067	0,058	0,050

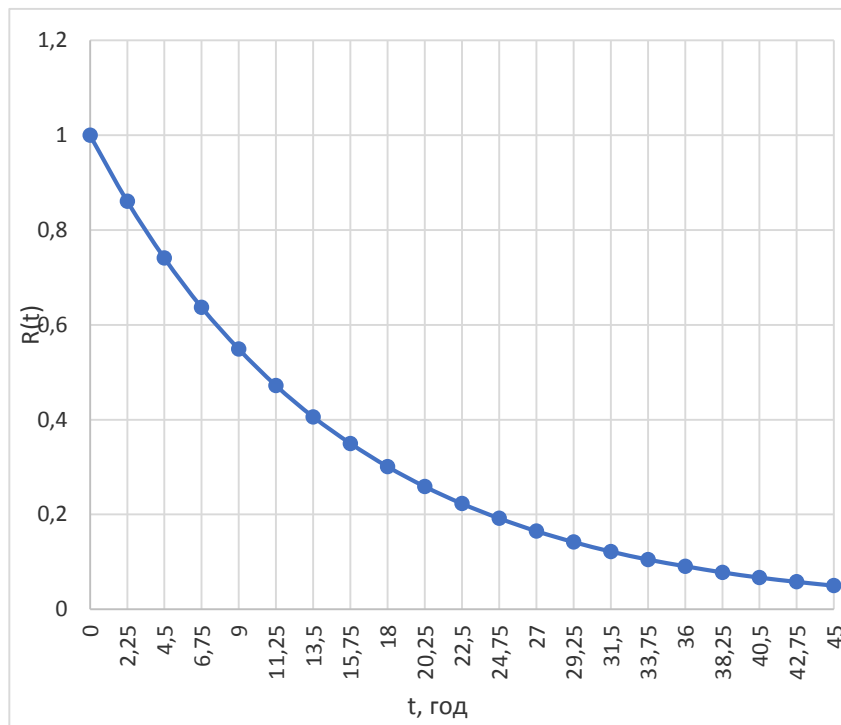


Рисунок 3.3 – Графік функції надійності $R(t)$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.442-03.6.1

Арк.

52

Функція відновлення

Функція відновлення показує ймовірність того, що комп'ютер буде відновлений в певний момент часу, і є показником ремонтпридатності.

Функція відновлення ЕОМ визначається по формулі:

$$u(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (3.8)$$

де μ – інтенсивність відновлення, t – час відновлення.

Згідно з моїм варіантом, $\mu = 4,65$ (годин⁻¹).

Знайдемо $t_{\text{відн.}}$ за формулою:

$$t_{\text{відн.}} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{4,65} = 0,22 \text{ (ГОДИН)}, \quad (3.9)$$

Розрахуємо параметри функції відновлення:

$$t_{\text{кінцеве}} = 3 * t_{\text{відн.}} = 3 * 0,22 = 0,66 \text{ (ГОДИН)}. \quad (3.10)$$

Розрахуємо функцію відновлення ЕОМ в різних значеннях t , і занесем дані до таблиці (3.4).

$$\begin{aligned} u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0} = 0 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,033} = 0,142 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,066} = 0,264 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,099} = 0,369 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,132} = 0,459 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,165} = 0,536 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,198} = 0,602 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,231} = 0,658 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,264} = 0,707 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,297} = 0,749 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,330} = 0,784 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,363} = 0,815 \\ u(t) &= 1 - e^{-4,65 * 0,396} = 0,841 \end{aligned}$$

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,429}=0,864$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,462}=0,883$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,495}=0,9$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,528}=0,914$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,561}=0,926$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,594}=0,937$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,627}=0,946$$

$$u(t)=1-e^{-4,65*0,66}=0,954$$

Таким чином, результати розрахунку функції надійності наведені у таблиці (3.4).

Таблиця 3.4

Точки функції відновлення ЕОМ

t	0,033	0,066	0,099	0,132	0,165	0,198	0,231	0,264	0,297	0,330
$u(t)$	0,142	0,264	0,369	0,459	0,536	0,602	0,658	0,707	0,749	0,784
t	0,363	0,396	0,429	0,462	0,495	0,528	0,561	0,594	0,627	0,66
$u(t)$	0,815	0,841	0,864	0,883	0,900	0,914	0,926	0,937	0,946	0,954

Графік функції відновлення ЕОМ зображений на рисунку 5.2

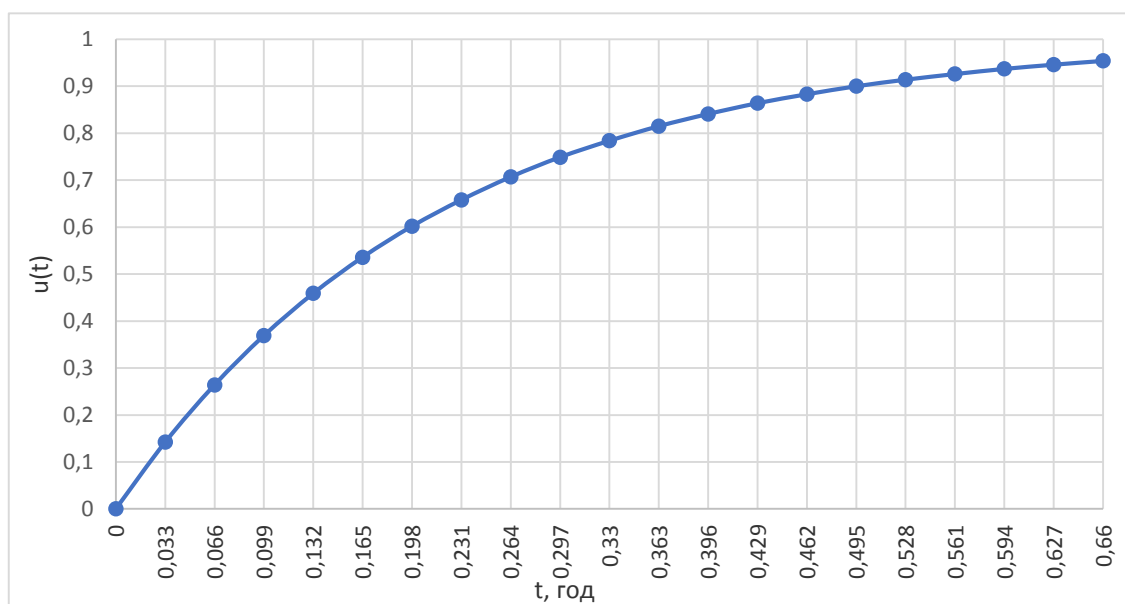


Рисунок 3.4 – Графік функції відновлення однієї ЕОМ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розрахуємо функцію відновлення КС.

Функція відновлення КС визначається по формулі:

$$U(t)=1-e^{-mt}, \quad (3.11)$$

де m – кількість пристроїв, що відновлюють (у тому числі віртуальних).

Згідно з завданням, $m = 13$.

Розрахуємо $t_{\text{кінцеве}}$ по формулі:

$$t_{\text{кінцеве}} = \frac{3}{(m \cdot \mu)} = \frac{3}{13 \cdot 4,65} = 0,0025 \text{ (ГОДИН)}, \quad (3.12)$$

Розрахуємо функцію відновлення КС в різних значеннях t , і занесем дані до таблиці (3.5):

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0} = 0$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0025} = 0,14$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,005} = 0,261$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0075} = 0,365$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,01} = 0,454$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0125} = 0,53$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,015} = 0,596$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0175} = 0,653$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,02} = 0,702$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0225} = 0,743$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,025} = 0,779$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0275} = 0,81$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,03} = 0,837$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0325} = 0,86$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,035} = 0,879$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,375} = 0,896$$

$$U(t)=1-e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,04} = 0,911$$

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U(t) = 1 - e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0425} = 0,923$$

$$U(t) = 1 - e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,045} = 0,934$$

$$U(t) = 1 - e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,0475} = 0,943$$

$$U(t) = 1 - e^{-4 \cdot 4,65 \cdot 0,05} = 0,951$$

Таким чином, результати розрахунку функції надійності наведені у таблиці (3.5).

Таблиця 3.5

Точки функції відновлення КС

t	0,0025	0,005	0,0075	0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,0225	0,025
$U(t)$	0,14	0,261	0,365	0,454	0,53	0,596	0,653	0,702	0,743	0,779
t	0,0275	0,03	0,0325	0,035	0,0375	0,04	0,0425	0,045	0,0475	0,05
$U(t)$	0,81	0,837	0,86	0,879	0,896	0,911	0,923	0,934	0,943	0,951

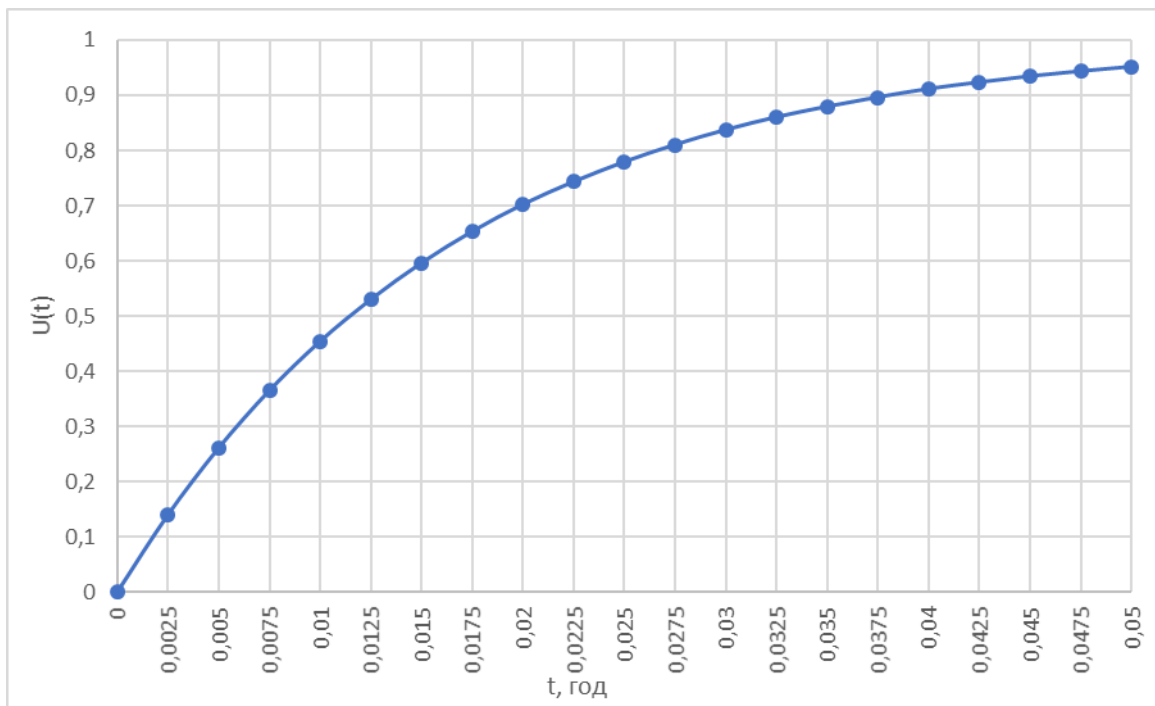


Рисунок 3.5 – Графік функції відновлення КС

Коефіцієнт готовності – це ймовірність того, що обчислювач, або комп'ютерна система готові до вирішення задач улюбий момент часу.

Розрахуємо коефіцієнт готовності ЕОМ.

$$s = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{4,65}{0,000855 + 4,65} = 0,9998. \quad (3.13)$$

Розрахуємо коефіцієнт готовності КС.

$$S = \frac{m * \mu}{N * \lambda + m * \mu} = \frac{13 * 4,65}{78 * 0,000855 + 13 * 4,65} = 0,999. \quad (3.14)$$

Продуктивність КС

Щоб розрахувати максимальну продуктивність КС, треба скористатися формулою:

$$\Omega_{max.} = \omega * \Lambda, \quad (3.15)$$

де ω – продуктивність одного комп'ютера, $\omega = 294$ (ГФлопс).

Підставимо дані у формулу, та розрахуємо максимальну продуктивність КС:

$$\Omega_{max} = 294 \text{ ГФлопс} * 78 = 22,9 \text{ ТФлопс}$$

Для того, щоб розрахувати середню продуктивність, треба скористатися формулою:

$$\Omega_{сер.} = \omega * N * S = 294 \text{ ГФлопс} * 78 * 0,999 = 22,8 \text{ ТФлопс}, \quad (3.16)$$

Для оцінки реальної продуктивності КС треба скористатися формулою:

$$\Omega_{реал.} = \omega * K_{\Pi} * S = 294 \text{ ГФлопс} * 26,67 * 0,999 = 7,8 \text{ ТФлопс}, \quad (3.17)$$

де K_{Π} – коефіцієнт прискорення, який дорівнює $K_{\Pi} = 26.67$ при $f=0.025$.

Таблиця 3.6

Загальний результат рахунків

s	S	Ω_{max} , ТФлопс	$\Omega_{сер.}$, ТФлопс	$\Omega_{реал.}$, ТФлопс
0,9998	0,999	22,9	22,8	7,8

Математичне очікування числа працюючих ЕМ у системі

Нехай i - початковий стан комп'ютерної системи або число працюючих елементарних машин у момент початку функціонування системи, тобто при $t = 0$; $\{0, 1, \dots, N\}$ – безліч станів комп'ютерної системи.

Стационарний режим – режим, при якому система тривало експлуатується.

Розрахунок здійснюється по формулі:

$$\bar{N} = \begin{cases} N^*\mu/(\lambda+\mu), & \text{якщо } N^*\lambda \leq m^*\mu \\ m^*\mu & \text{в протилежному випадку} \end{cases} \quad (3.18)$$

У нашому випадку, $N^*\lambda=78*0,000855=0,06669$, а $m^*\mu=13*4,65=60,45$, умова $N^*\lambda \leq m^*\mu$ виконується, тому розрахуємо математичне очікування числа у стаціонарному режимі по першій формулі:

$$\bar{N} = \frac{N^*\mu}{\lambda+\mu} = \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} = 77,99. \quad (3.19)$$

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

$$\bar{N}_{(i,t)} = \begin{cases} \frac{N^*\mu}{\lambda+\mu} + \frac{i^*\lambda - (N-i)^*\mu}{\lambda+\mu} e^{-(\lambda+\mu)*t}, & (N-m) \leq i \leq N, \text{ якщо } N^*\lambda \leq m^*\mu; \\ \frac{m^*\mu}{\lambda} + \frac{i^*\lambda - m^*\mu}{\lambda} e^{-\lambda*t}, & 0 \leq i < (N-m), \text{ якщо } N^*\lambda > m^*\mu. \end{cases} \quad (3.20)$$

Де $\bar{N}_{(i,t)}$ – це число працездатних ЕМ тривалій експлуатації. Для розрахунку візьмемо $i=30$. Так як у нашому випадку $N^*\lambda \leq m^*\mu$, то розрахуємо функцію перехідного режиму в різних значеннях t , і занесем дані до таблиці (3.7):

$$\begin{aligned} \bar{N}_{(i,t)} &= \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0} = 30 \\ \bar{N}_{(i,t)} &= \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,07} = 43,334 \\ \bar{N}_{(i,t)} &= \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,14} = 52,963 \approx 53 \\ \bar{N}_{(i,t)} &= \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,21} = 59,916 \approx 60 \\ \bar{N}_{(i,t)} &= \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,28} = 64,937 \approx 65 \end{aligned}$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,35} = 68,563$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,42} = 71,181$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,49} = 73,072$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,56} = 74,438$$

$$\bar{N}_{(i, t)} = \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} + \frac{30*0,000855-(78-30)*4,65}{0,000855+4,65} e^{(0,000855+4,65)*0,63} = 75,423$$

Таким чином, результати розрахунку функції перехідного режиму наведені у таблиці (3.7).

Таблиця 3.7

Точки математичного очікування числа в перехідному режимі

t	0	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63
$N(i,t)$	30	43,334	53	60	65	68,563	71,181	73,072	74,438	75,423

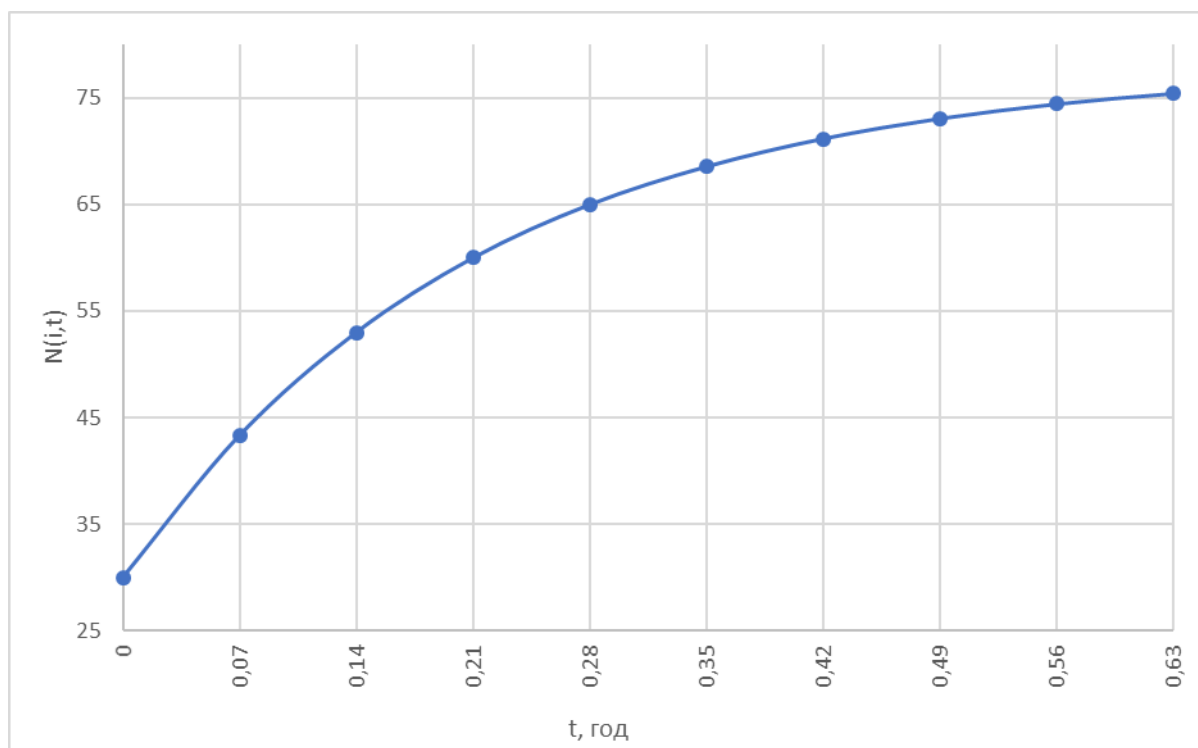


Рисунок 3.6 – Точки математичного очікування числа в перехідному режимі

Функція здійснювання рішення завдання на живучій комп'ютерній системі

Під живучістю КС розуміється властивість програмного настроювання й організації функціонування таких структурних схем, які в умовах відмов і відновлення обчислювачів гарантують при виконанні паралельної програми продуктивність у заданих межах або можливість використання всіх справних обчислювачів. Поняття живучості обчислювальних систем характеризує їхньої здатності по організації відмовостійких обчислень або, говорячи інакше, по реалізації паралельних програм, що допускають варіювання числа галузей у відомих межах.

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:

$$F(t) = 1 - e \begin{cases} -\beta * N * \mu * t / (\lambda + \mu), & \text{якщо } N * \lambda \leq m * \mu; \\ -\beta * m * \mu * t & \text{в протилежному випадку.} \end{cases} \quad (3.21)$$

Згідно з моїм варіантом, $\beta = 1$ (годин⁻¹). Виконаємо розрахунок по формулі (3.21) змінюючи значення t , і занесем дані до таблиці (3.6):

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 * 78 * 4,65 * 0,005}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,075$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 * 78 * 4,65 * 0,01}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,144$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 * 78 * 4,65 * 0,015}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,209$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 * 78 * 4,65 * 0,02}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,268$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 * 78 * 4,65 * 0,025}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,323$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 * 78 * 4,65 * 0,03}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,374$$

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 \cdot 78 \cdot 4,65 \cdot 0,035}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,421$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 \cdot 78 \cdot 4,65 \cdot 0,04}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,464$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 \cdot 78 \cdot 4,65 \cdot 0,045}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,504$$

$$F(t) = 1 - e^{\frac{-1 \cdot 78 \cdot 4,65 \cdot 0,05}{(0,000855 + 4,65)}} = 0,542$$

Таким чином, результати розрахунку функції перехідного режиму наведені у таблиці (3.8).

Таблиця 3.8

Результати залежності $F(t)$

t	0.005	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05
$F(t)$	0.323	0.542	0.690	0.790	0.858	0.904	0.935	0.956	0.970	0.980
t	0.055	0.06	0.065	0.07	0.075	0.08	0.085	0.09	0.095	0.1
$F(t)$	0.986	0.991	0.994	0.996	0.997	0.998	0.999	0.999	0.999	1

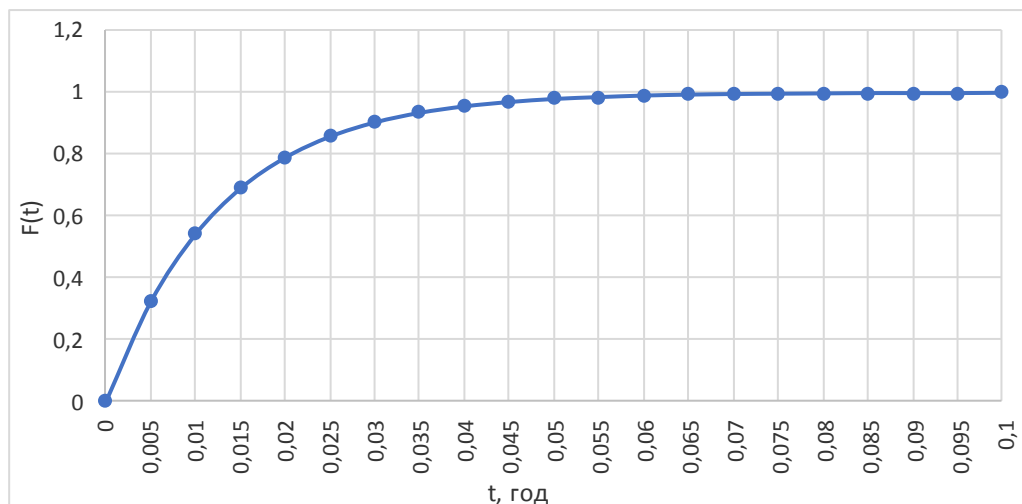


Рисунок 3.7 – Графік функції $F(t)$

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,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

представлене у вигляді паралельної програми, що адаптується. Розрахунок виконується по формулі:

$$F(i,t)=1-e \begin{cases} \beta \left\{ \frac{N^*\mu}{\lambda+\mu} t + \frac{i^*\lambda-(N-i)^*\mu}{(\lambda+\mu)^2} [1-e^{-(\lambda+\mu)*t}] \right\}, (N-m) \leq i \leq N, \text{ якщо } N^*\lambda \leq m^*\mu; \\ -\beta \left\{ \frac{m^*\mu}{\lambda} *t + \frac{i^*\lambda-m^*\mu}{\lambda^2} (1-e^{-\lambda*t}) \right\}, 0 \leq i < (N-m), \text{ якщо } N^*\lambda > m^*\mu. \end{cases} \quad (3.22)$$

Розрахуємо функцію $F(i,t)$ по формулі (3.22), для різних значень t :

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0025 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0025}] \right\}} = 0,16$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,005 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,005}] \right\}} = 0,39$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0075 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0075}] \right\}} = 0,41$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,01 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,01}] \right\}} = 0,50$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0125 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0125}] \right\}} = 0,58$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,015 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,015}] \right\}} = 0,64$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0175 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0175}] \right\}} = 0,70$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,02 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,02}] \right\}} = 0,75$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0225 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0225}] \right\}} = 0,78$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,025 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,025}] \right\}} = 0,82$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0275 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0275}] \right\}} = 0,85$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,03 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,03}] \right\}} = 0,87$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,0325 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0325}] \right\}} = 0,89$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1) \left\{ \frac{78*4,65}{0,000855+4,65} *0,035 + \frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2} [1-e^{-(0,0026+0,75)*0,035}] \right\}} = 0,91$$

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F(i,t)=1-e^{(-1)\left\{\frac{78*4,65}{0,000855+4,65}*0,0375+\frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2}\right\}}\left[1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0375}\right]=0,92$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1)\left\{\frac{78*4,65}{0,000855+4,65}*0,04+\frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2}\right\}}\left[1-e^{-(0,0026+0,75)*0,04}\right]=0,93$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1)\left\{\frac{78*4,65}{0,000855+4,65}*0,0425+\frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2}\right\}}\left[1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0425}\right]=0,94$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1)\left\{\frac{78*4,65}{0,000855+4,65}*0,045+\frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2}\right\}}\left[1-e^{-(0,0026+0,75)*0,045}\right]=0,95$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1)\left\{\frac{78*4,65}{0,000855+4,65}*0,0475+\frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2}\right\}}\left[1-e^{-(0,0026+0,75)*0,0475}\right]=0,96$$

$$F(i,t)=1-e^{(-1)\left\{\frac{78*4,65}{0,000855+4,65}*0,05+\frac{70*0,000855-(78-70)*4,65}{(0,000855+4,65)^2}\right\}}\left[1-e^{-(0,0026+0,75)*0,05}\right]=0,96$$

Таким чином, результати розрахунку функції перехідного режиму наведені у таблиці (3.9).

Таблиця 3.9 – Результати залежності $F(i,t)$

t	0,0025	0,005	0,0075	0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,0225	0,025
$F(i,t)$	0,16	0,30	0,41	0,50	0,58	0,65	0,71	0,76	0,79	0,83
t	0,0275	0,03	0,0325	0,035	0,0375	0,04	0,0425	0,045	0,0475	0,05
$F(i,t)$	0,86	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97

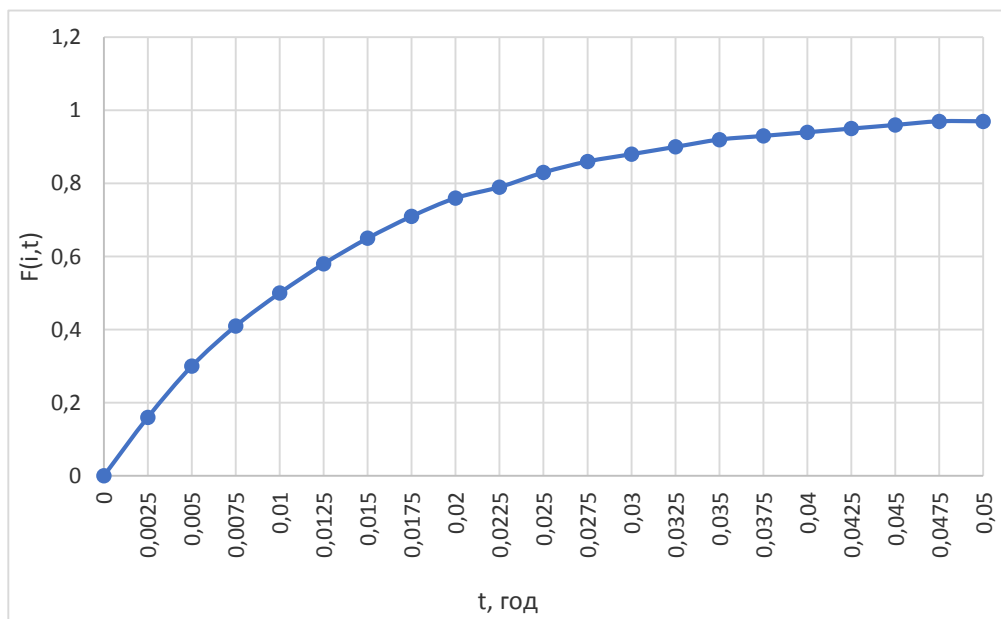


Рисунок 3.8 – Графік функції залежності $F(i,t)$

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Організаційно-економічне обґрунтування проекту

Ця економічна частина проекту присвячена проектуванню багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel. Така система поєднує в собі сучасне апаратне забезпечення, мережеву інфраструктуру та спеціалізоване програмне забезпечення для забезпечення стабільності та продуктивності в роботі.

У рамках економічного аналізу проекту розглядаються витрати на придбання компонентів системи, витрати на впровадження та підтримку інфраструктури, а також аналіз економічної ефективності впровадження системи на базі процесорів Intel.

Оцінка вартості обладнання включає аналіз цін на компоненти системи, мережеві компоненти та системи зберігання даних. Також враховується вартість електроенергії, необхідної для роботи системи.

Аналіз витрат на впровадження включає вартість установки та налаштування обладнання, а також витрати на навчання персоналу та технічну підтримку користувачів системи.

Економічна ефективність впровадження системи включає оцінку потенційних переваг, таких як підвищення продуктивності, зниження витрат на обслуговування та оптимізацію процесів обробки даних.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про економічну доцільність проектування багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel та визначити оптимальні рішення щодо вибору компонентів та стратегії їх впровадження.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

Класифікаційна оцінка проекту

Клас	Монопроект
Тип	Змішаний
Вид	Комбінований
Тривалість	Короткостроковий
За ступенем складності	Проект середньої складності
Рівень	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).

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

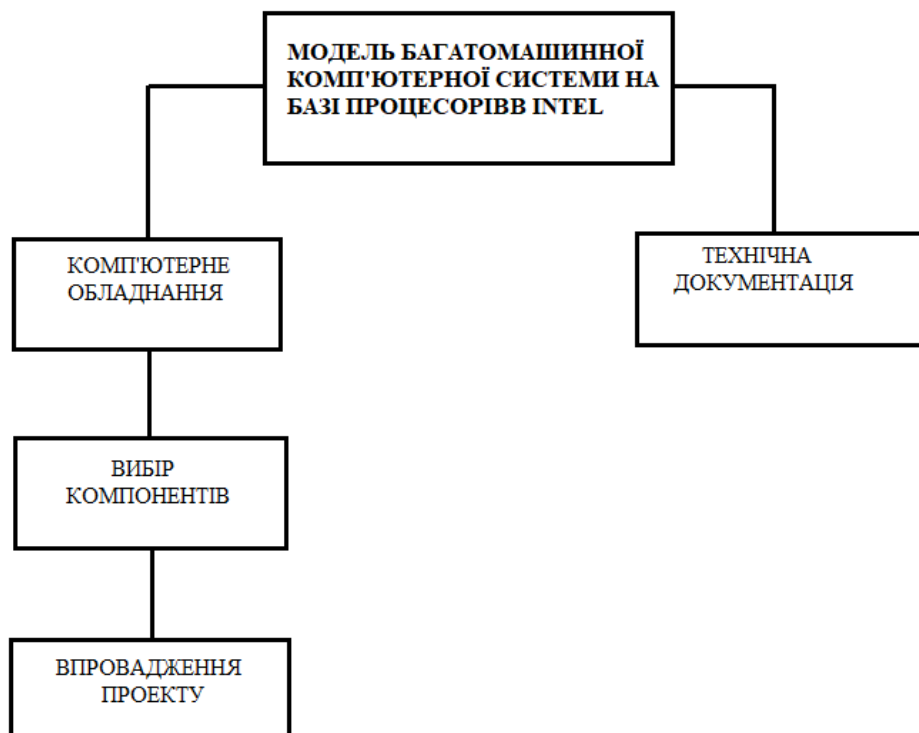


Рисунок 4.1 – Структура (декомпозиція) проекту

4.2 Маркетингове обґрунтування проекту

“В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки” [11]. До них належать:

- маркетинговий ефект;
- науково-технічний ефект;
- економічний ефект;
- соціальний ефект.

Маркетинговий ефект проекту багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів *Intel* може бути значним. Ось декілька потенційних маркетингових переваг цього проекту:

1. Висока продуктивність: Процесори *Intel* забезпечують високий рівень продуктивності швидкості обробки даних, що значно покращує

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загальну продуктивність системи. Це є привабливим аргументом для користувачів, які цінують швидкодію при виконанні інтенсивних обчислювальних завдань. Не зважаючи на те, що різноманіття процесорів Intel досить велике, розробники добились досить великої продуктивності на всіх рівнях своїх процесорів (чи то бюджетна продукція, чи то флагманська).

2. Висока надійність: Комп'ютерна система на базі процесорів Intel відзначається стабільністю та надійністю, що знижує ризик відмов і втрати даних. Це особливо важливо для компаній, які покладаються на безперебійну роботу своїх систем. Але головною перевагою процесорів Intel є те, що їх надійність перевірена часом.

3. Енергоефективність: Однією з ключових складових процесорів Intel є те, що вони роблять великий акцент на енергоефективність своєї продукції.

Процесори Intel славляться своєю енергоефективністю, що знижує витрати на електроенергію. Це може стати конкурентною перевагою для компаній, які прагнуть зменшити операційні витрати та зробити свій бізнес більш екологічно дружнім.

4. Інноваційний імідж: Використання процесорів Intel підкреслює інноваційний підхід компанії до створення високопродуктивних та надійних комп'ютерних систем. Це може привернути увагу інвесторів, партнерів та клієнтів, сприяючи формуванню позитивної репутації компанії.

5. Нові бізнес-можливості: Надійна комп'ютерна система на базі процесорів Intel відкриває нові можливості для бізнесу, особливо для компаній, які працюють з великими обсягами даних або використовують передові технології, такі як штучний інтелект та машинне навчання. Вони можуть скористатися високою продуктивністю та надійністю системи для покращення своїх процесів та послуг. Загалом, комп'ютерна система на базі процесорів Intel може мати значний маркетинговий ефект, пропонуючи високу продуктивність, надійність та енергоефективність, що можуть бути привабливими для різних сегментів ринку.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ринок розробників комп'ютерних систем на основі процесорів Intel є динамічним і постійно зростаючим. Технологічний прогрес та зростаючі потреби у високопродуктивних системах призвели до збільшення конкуренції серед компаній, що пропонують рішення у цій галузі.

На ринку є кілька провідних гравців, які спеціалізуються на розробці комп'ютерних систем з використанням процесорів Intel і пропонують широкий спектр послуг. Серед них можна виділити такі компанії, як Lenovo, ACER, ASUS, HP. Ці компанії мають значний досвід у створенні надійних комп'ютерних систем і обслуговують велику клієнтську базу.

Окрім великих компаній, на ринку також присутні численні малі компанії та стартапи, які спеціалізуються на інноваційних технологіях у сфері комп'ютерних систем. Вони пропонують нові підходи та рішення, спрямовані на покращення продуктивності, масштабованості та ефективності обчислювальних процесів.

Зростання інтересу до високопродуктивних комп'ютерних систем у різних галузях, таких як наука, фінанси, медицина, штучний інтелект та інші, стимулює попит на розробників таких систем. Клієнти шукають надійні, масштабовані і ефективні рішення, які допоможуть їм виконувати складні обчислювальні завдання.

Одним з ключових трендів на ринку є перехід до енергоефективних рішень. Багато компаній надають можливість користувачам використовувати системи на базі процесорів Intel, що дозволяє знизити витрати на електроенергію та забезпечує більшу гнучкість та доступність.

На ринок розробників комп'ютерних систем на базі процесорів Intel також впливають такі фактори, як стандартизація протоколів та інтерфейсів, розвиток віртуалізації та контейнеризації, а також розширення можливостей машинного навчання та інші інновації у сфері обчислювальних технологій.

Враховуючи динаміку ринку та зростаючий попит на надійні комп'ютерні системи, можна очікувати подальше розширення ринку

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

розробників у цій галузі. Конкуренція стимулюватиме компанії до розробки нових технологій та інноваційних рішень, що сприятиме подальшому розвитку і вдосконаленню комп'ютерних систем на базі процесорів Intel.

Таблиця 4.2

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.
Складність налаштування	Вимагає ретельної настройки та тестування для забезпечення максимальної надійності.	Може бути складно налаштувати для досягнення максимальної продуктивності без втрат стабільності.
Вартість	Може бути вищою початкова вартість через використання якісних компонентів.	Високі витрати на компоненти, але інколи менш вартісні, ніж системи з додатковими захисними механізмами.

Науково-технічний ефект: Науково-технічний ефект проекту багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel має значний вплив на науково-технічний прогрес. Впровадження таких систем підвищує продуктивність обчислень, що є критичним для виконання складних завдань, моделювання процесів та аналізу великих обсягів даних. Це забезпечує стабільність роботи в різних галузях, таких як медицина, фінанси, наукові дослідження та виробництво. Використання багатомашинних комп'ютерних систем зменшує ризики відмов, підвищує безпеку даних і сприяє розвитку інновацій.

Економічний ефект: Завдяки впровадженню багатомашинних комп'ютерних систем на базі процесорів Intel, компанії мають змогу зменшити ризики втрати даних та непередбачених відмов. Це знижує витрати на обслуговування та підтримку систем, а також запобігає значним фінансовим втратам через простої. Продуктивність таких систем забезпечує безперервність бізнес-процесів, що особливо важливо для медичних закладів, фінансових установ та виробничих підприємств. Економічний ефект включає підвищення продуктивності, зниження витрат на обслуговування та оптимізацію використання ресурсів.

Соціальний ефект: По-перше, використання багатомашинних комп'ютерних систем сприяє безпеці та стабільності в наукових дослідженнях, дозволяючи вченим проводити складні обчислення та аналіз даних без ризику втрати результатів. Це сприяє важливим науковим відкриттям та інноваціям.

По-друге, проектування таких систем створює нові робочі місця для фахівців з обчислювальної техніки та програмного забезпечення, що сприяє зменшенню безробіття та розвитку ІТ-індустрії. Нарешті, використання багатомашинних комп'ютерних систем у навчальних закладах підвищує якість освіти, забезпечуючи стабільність та безпеку даних студентів і викладачів.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Таблиця 4.3

Порівняльна характеристика систем конкурентів та системи, яка розробляється

Особливість	Система на базі Intel	Система на базі AMD (Конкурент 1)	Система на базі Apple (Конкурент 2)	Система на базі Mediatek (Конкурент 3)
Продуктивність	Висока продуктивність в одноядерних процесах, оптимізована для професійних додатків.	Висока продуктивність у багатозадачних процесах та іграх завдяки більшій кількості ядер та потоків.	Висока продуктивність у багатозадачних процесах та оптимізована для роботи з графікою та відео.	Пропонує процесори з різним рівнем продуктивності, від бюджетних рішень до флагманських чипів.
Енерго-ефективність	Помірна енергоефективність, але з тенденцією до високого тепловиділення.	Висока енерго-ефективність завдяки оптимізованому процесу виробництва та технологіям енергозбереження.	Висока енергоефективність завдяки ARM-архітектурі та оптимізованому енергоспоживанню	Споживають менше енергії, чим конкуренти, що призводить до більшого часу автономної роботи.
Ціна	Вища ціна за аналогічні характеристики порівняно з AMD.	Конкурентна ціна з акцентом на забезпечення високої вартості за рахунок продуктивності та надійності.	Висока ціна, що відображає преміум-клас продукції Apple	Зазвичай дешевші, ніж процесори Intel та AMD з подібною продуктивністю.
Надійність	Висока надійність з добре налагодженою підтримкою та довгим терміном служби.	Висока надійність завдяки сучасним технологіям та підтримці нових стандартів.	Висока надійність завдяки інтеграції апаратного та програмного забезпечення.	Використовують суворі тести та контроль якості для забезпечення надійності своїх процесорів.
Технології охолодження	Застосування стандартних рішень для охолодження, часто недостатньо ефективних при пікових навантаженнях.	Використання передових систем охолодження, що забезпечують стабільність при високих навантаженнях.	Ефективне пасивне охолодження завдяки низькому тепловиділенню процесорів ARM.	Пропонує процесори з різними технологіями охолодження, від пасивного охолодження до активного охолодження з вентиляторами.

Таблиця 4.4

Бізнес план стартапу – проекту надійної КС на базі процесорів Intel

Ключові пункти	Опис
Основна ціль проекту	Основною метою нашого проекту є створення надзвичайно надійної та високопродуктивної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel. 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 Intel 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 Intel, 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 продуктивність нашої системи та відповідати на питання потенційних клієнтів. Також буде запуск таргетованої реклами на платформах. 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.

Продовження таблиці 4.4

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 Intel, 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):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} , \quad (4.1)$$

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 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:

- розроблюють 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:

– 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 $K_{НТЕ}^{\Phi}$ 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:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (4.2)$$

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).

$$НТЕ = 9 \cdot 0,35 + 9 \cdot 0,35 + 8 \cdot 0,2 + 9 \cdot 0,1 = 3,15 + 3,15 + 1,6 + 0,9 = 8,8$$

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	9	9	9	9	3,15 (9 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	8	8	8	8	1,6 (8 x 0,2)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	9	9	9	9	0,9 (9 x 0,1)
В С Ь О Г О						8,8

Джерело: розраховано за [11].

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

$$K_{НТЕ} = \frac{НТЕ}{10} \cdot 100 \% \quad (4.3)$$

На основі даних табл. 4.7 маємо, що $K_{НТЕ}$ відповідає 88 %, тобто:

$$\frac{8,8}{10} \times 100 \% = 88 \%$$

“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.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатньо високим. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво” [1].

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 1 900 000 грн. Очікуваний прибуток, що може бути зароблений від проекту, становить близько 4 500 000 грн.

Тоді ціна проекту буде розрахована за формулою:

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Ціна} = \text{Витрати} + \text{Прибуток (30\%-300\%)} \quad (4.4)$$

Проводжу розрахунок:

$$\text{Ціна} = (1\,900\,000 + 4\,500\,000) \times 130\% \text{ (середнє арифметичне)}$$

Ціна буде дорівнювати = 8 320 000 грн

Рентабельність розраховується за формулою:

$$R = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Витрати}} \times 100\% \quad (4.5)$$

Проводжу розрахунок:

$$R = \frac{4\,500\,000}{1\,900\,000} \times 100\%$$

Рентабельність проекту дорівнює $R = 236.84\%$

Термін окупності проекту розраховується за формулою:

$$T = \frac{1}{R} \times 100 \quad (4.6)$$

Проводжу розрахунки:

$$T = \frac{1}{236.84\%} \times 100$$

Час, за який проект окупиться дорівнює $T = 0,42 \approx 0,5$ року

У результаті виконання розрахунків можна зробити висновок, що проектування надійної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel з витратами 1 900 000 грн та очікуваним прибутком 4 500 000 грн при реалізації за ціною 8 320 000 грн матиме рентабельність 236.84% 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.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Цей проект має великі перспективи завдяки використанню сучасних процесорів Intel, які поєднують високу продуктивність з надійністю. Наша система буде конкурентоспроможною завдяки оптимальному співвідношенню ціна/якість, що дозволить нам зайняти вигідну позицію на ринку.

3. Розробила та описала бізнес-план стартап-проекту з проектування багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel. Очікуваний економічний ефект від реалізації проекту є позитивним, оскільки надійні системи мають тривалий термін служби та потребують менших витрат на обслуговування.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						79
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Шкідливі речовини і фактори.

До небезпечних і шкідливих виробничих факторів в робочому приміщенні відносять:

- значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може статися через тіло людини;
- електромагнітні випромінювання.

В обчислювальному центрі основним шкідливим фактором, який впливає на здоров'я людини, є змінне електромагнітне поле. Джерелами інтенсивного змінного електромагнітного поля є монітори електронно-обчислювальних машин.

У більшості моніторів магнітні поля ззаду і з боків значно сильніші, ніж перед екраном. Так, напруженість магнітного поля поблизу трансформатора рядкової розгортки монітора складає приблизно 70,5 А/м, напруженість поля частотою 50 Гц на відстані 30 см від екрана близька до 15 А/м, а на відстані 50 см - 8 А/м.

Біологічний вплив електромагнітних полів є оборотним, якщо припинити вплив, але воно здатне також накопичуватися в організмі.

До шкідливих виробничих чинників в робочому приміщенні відносять перевищення норми:

- рівня шуму на робочому місці і вібрації;
- температури поверхні обладнання;
- статичної електрики;
- електромагнітних випромінювань;
- створення пожежонебезпечної ситуації;
- запиленості повітря робочої зони;
- значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може статися через тіло людини;

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- яскравості світла,
- відсутність або недостатність природного світла;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- підвищена або знижена вологість;
- недостатня освітленість робочої зони;
- знижена контрастність.

Персонал піддається також і впливу шкідливих психофізіологічних виробничих чинників, які в свою чергу поділяються за характером дії на:

- фізичні перевантаження;
- нервово-психічні перевантаження.

Фізичні та нервово-психічні перевантаження включають в себе:

- розумове перенапруження;
- монотонність праці;
- емоційні перевантаження.

Постійний вплив на людину шкідливого фактора зазвичай призводить до професійних захворювань. Результатом нещасного випадку є травма.

В обчислювальному центрі основним шкідливим фактором, який впливає на здоров'я людини, є змінне електромагнітне поле. Джерелами інтенсивного змінного електромагнітного поля є монітори з променевою трубкою електронно-обчислювальних машин.

У моніторів з променевою трубкою змінні поля з частотою 50 Гц здійснюють 50 коливань у секунду і в цьому поле аналогічні коливання здійснюють будь-які магнітні частинки. А це означає, що молекули будь-яких магнетиків будуть здійснювати коливання з тією ж частотою. Отже, ритмічність коливань тканин людського організму буде збігатися з періодично повторюваними імпульсами поля. Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на користувача ЕОМ залежить від тривалості опромінення, характеру та режиму випромінення, індивідуальних

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

особливостей організму. Тривала дія електромагнітних полів низьких частот викликає функціональні порушення серцево-судинної та центральної нервової систем людини, деякі зміни у складі крові. При інтенсивному тривалому характері випромінювання можуть виникнути злоякісні пухлини, катаракта очей.

Приміщення для експлуатації, ремонту і обслуговування ЕОМ відносяться до категорії виробництва В.

Електробезпека обладнання.

Всі приміщення діляться за ступенем небезпеки ураження електричним струмом на 3 класи:

1) приміщення без підвищеної небезпеки – це сухі, безпилні приміщення з нормальною температурою повітря і з ізолюючими (наприклад, дерев'яними) підлогами;

2) приміщення з підвищеною небезпекою;

3) приміщення особливо небезпечні.

Приміщення, де розташовані ПК, відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки.

ПЕОМ належать до електроустановок напругою до 1000 В.

Лінія електромережі для живлення ЕОМ виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладки базового нульового робочого та нульового захисного проводів. Нульовий захисний провід використовується тільки для занулення електроприймача. Використання нульового робочого проводу як нульового захисного забороняється. Площа поперечного перерізу нульового робочого та нульового захисного проводів повинна бути не менше площі перерізу фазного проводу.

У приміщенні, де використовується понад 5 ЕОМ, на видному місці повинен бути розташований груповий вимикач, який повністю вимикає живлення, за винятком освітлення.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штепсельні з'єднувачі та розетки повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного дроту.

Не допускається підключення ЕОМ до звичайної двопровідної мережі, в тому числі з використанням перехідних пристроїв.

Не допускається експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою ізоляцією, присуванням саморобних подовжувачів, нестандартного обладнання для обігріву приміщення.

Мета захисного заземлення – створити надійний електричний контакт між металевими нетоковедучими частинами електроустановок і землею. Заземленню підлягають корпуси електричних машин і механізмів, апаратів, світильників; корпуси машин, що приводяться в рух електродвигуном. Заземлювачі можуть бути природними і штучними.

Заземлювальний пристрій в установках розраховують так, щоб система заземлення мала опір менше 4 Ом. У цехових установках перевірка заземлення проводиться не рідше, ніж 1 раз на рік.

Пожежна профілактика. Визначення кількості балонів для пожежогасіння. Розрахувати кількість робочих балонів N_b , необхідну для пожежогасіння у приміщенні довжиною 12 м, шириною 11 м та висотою 2,7 м. Як засіб пожежогасіння приймається вуглекислота у вогнегасниках.

Вогнегасна концентрація газової суміші для вуглекислоти $G_g=0,7$ кг/м³, щільність вуглекислоти $\rho=0,625$ кг/л.

Об'єм приміщення $V=356,4$ м³. Об'єм балону $V_b=25$ л.

Визначаємо кількість вогнегасної газової суміші G_r :

$$G_r = 1,25 \cdot (G_g \cdot V_{прим} \cdot K_y) \quad (\text{кг}) \quad (5.1)$$

де K_y – коефіцієнт, що враховує особливості процесу газообміну, витік вуглекислоти крізь нещільності приміщення, $K_y=1,25$.

$$G_r = 1,25 \cdot (0,7 \cdot 356,4 \cdot 1,25) = 389,8 \quad \text{кг}$$

Визначаємо необхідну кількість робочих балонів за формулою:

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\delta} = \frac{G_r}{V_{\delta} \cdot \rho \cdot A_n} \quad (\text{шт}) \quad (5.2)$$

де A_n – коефіцієнт наповнення, $A_n=1$;

ρ – щільність, $\rho=0,625$ кг/л;

V_{δ} – 25 л – об'єм балону (при 25 л у балоні міститься 15,6 кг вуглекислоти).

$$N_{\delta} = \frac{389,8}{25 \cdot 0,625 \cdot 1} = 23,44 \approx 24 \quad \text{шт}$$

Приймаємо кількість балонів – 24 шт.

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{розр}} + N_{\text{резерв}} \quad (\text{шт}) \quad (5.3)$$

Кількість резервних балонів слід приймати рівним числу робочих балонів.

$$N_{\text{заг}} = 24 + 24 = 48 \text{ шт.}$$

Правильно спроектоване і виконане висвітлення в робочому приміщенні повинно забезпечувати можливість нормальної виробничої діяльності. Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, котрий визначається наступними трьома параметрами:

- 1) об'єкт розрізнення – найменший розмір розглянутого предмета;
- 2) фон – поверхня, прилегла безпосередньо до об'єкта розрізнення;
- 3) контраст об'єкта з тілом – характеризується співвідношенням яскравостей об'єкта, що розглядається.

При роботі за дисплеєм освітленість визначається мінімальним об'єктом розрізнення - шириною лінії рукописного чи друкованого тексту, який читає програміст із листа. Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документу повинна бути 300-500 лк. Місцеве освітлення не повинно створювати відблисків на поверхні екрану.

Загальнотехнічні вимоги безпеки.

1. До роботи з персональними ЕОМ і пристроями підготовки і виведення даних допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпеки на робочому місці, ознайомлені з інструкцією з експлуатації відповідної машини;

2. Приміщення, в яких встановлені персональні електронно-обчислювальні машини (ПЕОМ), повинні мати окремий контур занулення;

3. Площа приміщення на одне робоче місце – 6 м², а об'єм – 20 м³;

4. Приміщення повинно мати вуглекислотні вогнегасники ОУ.

Вимоги безпеки для обслуговуючого персоналу та користувачів.

1. Працюйте тільки на машинах, до яких ви допущені, та виконуйте роботу, яка доручена керівником відділу.

2. Не допускайте на своє робоче місце осіб, які не мають відношення до дорученої роботи.

3. У випадку перерви в подачі струму негайно вимикайте машину.

4. Не відкривайте кришки принтера, кожуха дисплея та інші захисні огороження. Не торкайтесь до роз'ємів та електрожгутів.

5. За будь-якої відмови машини звертайтеся до обслуговуючого персоналу, не займайтесь ремонтом самостійно.

6. Огляньте робоче місце та переконайтесь у відсутності оголених провідників, запаху горілого, постійних шумів в рухомих частинах пристроїв.

7. При виявленні несправності обладнання повідомте обслуговуючий персонал і не приймайте ніяких самостійних дій по їх усуненню.

8. У випадку несподіваного загоряння знеструмите машину та негайно повідомте обслуговуючий персонал.

9. При ураженні людини електричним струмом ті, що знаходяться поряд, повинні надати йому першу допомогу:

– звільнити людину від дії електроструму;

– при необхідності зробити штучне дихання та викликати швидку допомогу.

10. Після закінчення роботи вимкніть машину та приведіть в порядок робоче місце.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота складається з аналізу виробництва процесорів *Intel* та їх застосування у комп'ютерних системах; обґрунтування вибору елементів та схеми багатомашинної комп'ютерної системи; розрахунку характеристик комп'ютерної системи.

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 та недоліки.
4. Сформульовано загальний підхід до реалізації системи, виділені її складові частини.
5. Обрано устаткування для реалізації багатомашинної комп'ютерної системи.
6. Обрано структуру багатомашинної комп'ютерної системи.
7. Зроблено розрахунок надійності спроектованої системи.

Розроблена комп'ютерна система може бути використана в навчальному закладі для рішення інженерних, наукових, технічних завдань і як навчальна система для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерні системи».

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравчук С.О., Шонін В.О. Основи комп'ютерної техніки: Компоненти, системи, мережі: Навч. посіб. для вузів. - К: Політехніка, 2005. – 344 с.
2. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем: Учебное пособие для вузов, 2005. – 512 с.
3. Рибалов Б.О. Комп'ютерні системи. Посібник до виконання лабораторних робіт. ОНТУ, 2023. – 30 с.
4. Рязанцев О.І., Недзельскій Д.О., Гусева С.В. Архітектура та структурна організація обчислювальних систем: Навчальний посібник. - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. – 388 с.
5. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. – 742с., 2003.
6. Пятибратов А.П., Гудыко Л.П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Учебник / Под ред. А.П. Пятибратова: Финансы и статистика, 1998.
7. Бройдо В. Л., Ильина О. П. Архитектура ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд., 2009.
8. Гергель В.П., Строгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. Уч. пособие: Изд-во ННГУ, 2003.
9. А.С. Коваль, А.В. Сычев. Архитектура ЭВМ и систем. Учебно-методическое пособие для вузов, 2007.
10. Рибалов Б.О. Комп'ютерні системи: Посібник до курсового проектування. Одеський національний технологічний університет, 2023, -44 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» денної і заочної форм навчання. Одеса: ОНТУ, 2023 р., 18 с.
12. Hennessy, J.L., Patterson, D.A. Computer Architecture: A Quantitative Approach. 5th ed., Morgan-Kaufmann, 2012.

					КРБ.КІ.1.442-03.6.1	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Скотт Мюллер. Модернізація та ремонт ПК для новачків/Upgrading and Repairing PCs.- 17-е вид.- Вільямс, 2007. - 360 с.
14. "Introduction to Algorithms" by Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein, 2017.
15. "Computer Networks" by Andrew S. Tanenbaum and David J. Wetherall, 2016.
16. [Електронний ресурс]// Основи мікропроцесорної техніки Електрон. дані. – <http://vozom.ho.ua/MP/page33.html>
17. [Електронний ресурс]// – Режим доступу: <https://eduforme.org/mod/glossary/showentry.php?eid=2&displayformat=dictionary>
18. [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
19. [Електронний ресурс]// Інтернет магазин Rozetka. Електрон. дані. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/>
20. Інтернет енциклопедія «Вікіпедія» [Електронний ресурс] – www.uk.wikipedia.org

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.6.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Додаток А – Презентація (копії слайдів)

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ, ПРОГРАМУВАННЯ ТА КІБЕРЗАХИСТУ

Кафедра комп'ютерної інженерії

«Проектування багатомашинної комп'ютерної системи на базі процесорів Intel»

Виконала: студентка 3 ск. курсу, групи KI-757с3

Підгурська Анастасія Русланівна

Керівник: Сахарова С.В.

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

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз розвитку сучасних процесорів Intel;**
- обґрунтувати та вибрати обладнання комп'ютерної системи;**
- обґрунтувати й вибрати структуру комп'ютерної системи;**
- зробити розрахунок показників надійності та продуктивності проектованої комп'ютерної системи.**

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

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для рішення складних інженерно-технічних задач, комп'ютерної анімації.

2

					КРБ.КІ.0.442-03.6.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Характеристики материнської плати



Сокет	<i>Socket 1700</i>
Чипсет (північний міст)	<i>Intel B760</i>
Формфактор	<i>Micro ATX</i>
Підтримка пам'яті	4 x <i>DDR4 DIMM</i> , двоканальна
<i>M.2</i>	2 шт.
Підтримка процесорів	<i>Intel Core / Pentium / Gold / Celeron 13-го покоління</i>
Максимальна частота пам'яті	5333 МГц
<i>SATA-III</i>	4 шт.
Ціна	4399 грн.

5

Характеристики процесора Intel

Intel Core i5-13400F 2.5GHz/20MB

Сімейство процесорів	<i>Intel Core i5</i>
Тип роз'єму	<i>Socket 1700</i>
Покоління процесорів <i>Intel</i>	13 покоління (Raptor Lake)
Кількість ядер	10
Кількість потоків	16
Базова тактова частота	2.5 ГГц
Максимальна тактова частота	4.6 ГГц
Потужність <i>TDP</i>	148 Вт
Об'єм кеш пам'яті 3 рівня	20 МБ
Ціна	9100 грн

6

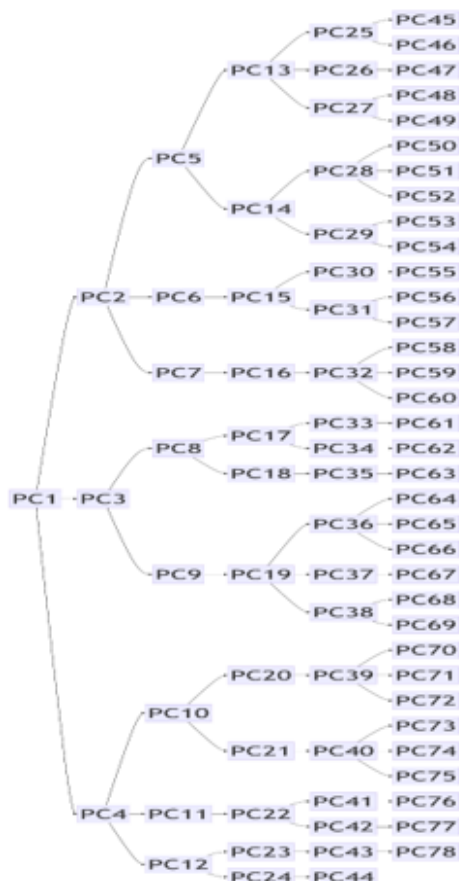
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.6.1

Арк.

91

Структурна схема комп'ютерної системи



Топологія «Дерево»

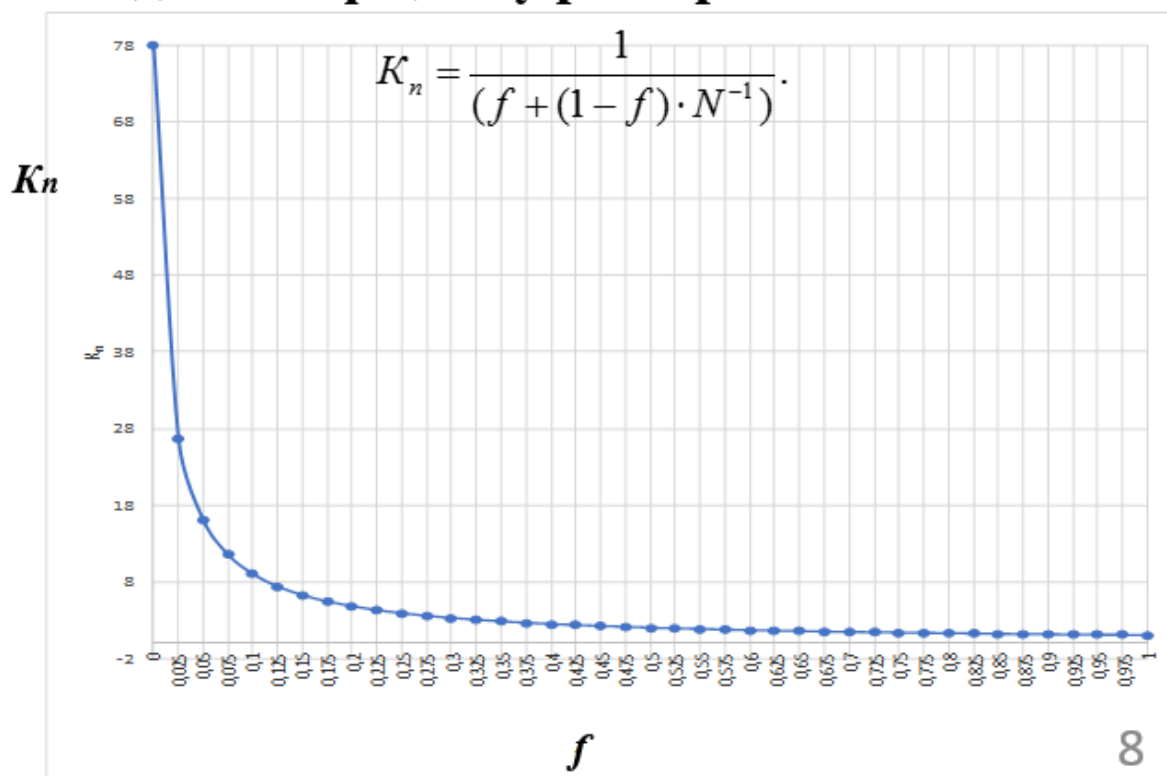
Кількість обчислювачів N=78 шт.

Перевагою цієї топології є те, що таку систему легко збільшити і легко її контролювати (легкий пошук обривів і несправностей).

Недоліком є те, що при виході з ладу батьківського вузла, вийдуть з ладу і всі його дочірні вузли.

7

Графік залежності коефіцієнту прискорення від доли коефіцієнту розпаралелювання



8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.6.1

Арк.

92

Розрахунок коефіцієнту готовності КС

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

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

$$S = \frac{13 \cdot 4,65}{78 \cdot 0,000855 + 13 \cdot 4,65} = 0,9989$$

9

Розрахунок продуктивності КС

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

$$\Omega_{max} = 294 \text{ ГФлопс} \cdot 78 = 22,9 \text{ ТФлопс}$$

$$\Omega_{сер.} = \omega \cdot N \cdot S = 294 \text{ ГФлопс} \cdot 78 \cdot 0,999 = 22,8 \text{ ТФлопс}$$

$$\Omega_{реал.} = \omega \cdot K_{\Pi} \cdot S = 294 \text{ ГФлопс} \cdot 26,67 \cdot 0,999 = 7,8 \text{ ТФлопс}$$

де ω – показник продуктивності одного комп'ютера

10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.6.1

Арк.

93

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	9	9	9	9	3,15 (9 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	8	8	8	8	1,6 (8 x 0,2)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	9	9	9	9	0,9 (9 x 0,1)
В С Ь О Г О						8,8

Науково-технічна ефективність:

$$\text{НТЕ} = 9 \cdot 0,35 + 9 \cdot 0,35 + 8 \cdot 0,2 + 9 \cdot 0,1 = 3,15 + 3,15 + 1,6 + 0,9 = 8,8$$

					<i>КРБ.КІ.0.442-03.6.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94