

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Проектування грид-системи для високопродуктивних
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
обчислень

Здобувача Лушнікова Д.О.
(прізвище, ініціали)

2 ск. курсу 543 групи

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

ст. викл. Бондаренко В.Г.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

доцент Шестопалов С.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 10.06 2023 р., протокол № 8

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

Одеса - 2023 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

« 15 » червня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лушнікова Дмитра Олексійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування грид-системи для високопродуктивних обчислень

Затверджена наказом університету від « 10 » серпня 2022 р., наказ № 440-03

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи 06 червня 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1. Характеристики надійності обчислювальної системи. 2. Структура обчислювальної системи

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

1. Аналіз сучасних грид-систем. 2. Обґрунтування вибору елементів та структурної схеми обчислювального центру грид. 3. Розрахунок параметрів надійності та продуктивності грид-системи. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці.

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

Слайд 1. Мета, завдання роботи. Слайд 2. Схема інфраструктури грид-систем.

Слайд 3. Конфігурація вузлів обчислювальної частини грид-системи. Слайд 4.

Обладнання для чотирьох серверів. Слайд 5. Структурна схема обчислювальної грид-системи. Слайд 6. Схема зв'язку між серверами, RAID-масивом та ДБЖ.

Слайд 7. Коефіцієнт готовності комп'ютерної системи. Слайд 8. Розрахунок

коефіцієнту готовності КС. Слайд 9. Розрахунок максимальної продуктивності КС.

Слайд 10. Висновки. Слайд 11. Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>Басюркіна Н.Й., д.е.н., професор</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 05.10.2022 р.

Керівники _____ Світлана САХАРОВА
_____ Валерій БОНДАРЕНКО
Завдання прийняв до виконання _____ Дмитро ЛУШНІКОВ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз сучасних грид-систем</i>	<i>12.03.2023</i>	
2	<i>Обґрунтування вибору елементів та структурної схеми ресурсного центру</i>	<i>14.04.2023</i>	
3	<i>Розрахунок параметрів надійності та продуктивності ресурсного центру</i>	<i>02.05.2023</i>	
4	<i>Проведення економічних розрахунків</i>	<i>12.05.2023</i>	
5	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>25.05.2023</i>	
6	<i>Підготовка презентації до захисту</i>	<i>03.06.2023</i>	

Керівники роботи _____ Світлана САХАРОВА
_____ Валерій БОНДАРЕНКО

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 _____ Дмитро ЛУШНІКОВ

АНОТАЦІЯ

Грід-системи забезпечують спільний доступ до ресурсів обчислювальної системи, таких як потужність обчислювальних вузлів, пам'ять та сховища даних, використовуючи високошвидкісні мережі. Грід-системи зазвичай використовуються для великих наукових досліджень, які потребують великої кількості обчислювальних ресурсів. Грід-системи можуть бути використані для розрахунку складних математичних моделей, обробки великих об'ємів даних, візуалізації складних графіків тощо.

У роботі розглянуті такі питання:

- проаналізовано сучасні грід-системи;
- обґрунтовано вибір елементів та структурної схеми грід;
- розраховано параметри надійності та продуктивності грід.

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для обробки інформації в інформаційно-аналітичній грід-системі.

Ключові слова: грід-система, обчислювальні ресурси.

ABSTRACT

Grid-systems provide a better access to the resources of the counting system, such as the tightness of counting knots, the memory of those treasures of data and high-strung meshes. Grid systems sound victorious for great scientific achievements, as they require a great number of counting resources. The robots look at the following nutrition:

- modern grid systems were analyzed;*
- primed a selection of elements and structural schemes of the grid;*
- the parameters of reliability and productivity of the city were insured.*

The computer system can be broken down for processing information in the information-analytical grid system.

Keywords: *grid system, computing resources.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГРІД-СИСТЕМ.....	9
1.1 Структура та типи грід-систем	9
1.2 Рівні архітектури та стандарти грід-систем	15
1.3 Засоби безпеки інформаційно-аналітичних грід-систем	24
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ЦЕНТРУ ГРІД.....	28
2.1 Конфігурація устаткування обчислювальної грід-системи	28
2.2 Вибір топології комп'ютерної системи	46
3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ГРІД	50
3.1 Розрахунок коефіцієнта прискорення в комп'ютерній системі	50
3.2 Розрахунок функції надійності та відновлення комп'ютерних систем.....	52
3.3 Експрес-аналіз функціонування комп'ютерних систем.....	61
4 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ.....	66
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	77
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85
Додаток А – Копії слайдів презентації	87

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Проектування грід-системи для високо-продуктивних обчислень</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Лушніков Д.О.						92
Перевір.		Сахарова С.В.					5	
Реценз.						ОНТУ, група 543		
Н. Контр.		Рибалов Б.О.						
Затверд.		Артеменко С.В.						

ВСТУП

Головною перевагою грід-систем є можливість розподілу обчислювальних завдань між багатьма комп'ютерами, що забезпечує більш швидку та ефективну обробку даних. Крім того, грід-системи забезпечують більшу надійність та стійкість до відмов, оскільки якщо один вузол перестає працювати, його завдання можуть бути перерозподілені між іншими вузлами.

Однак, використання грід-систем також може бути складним та вимагати додаткових зусиль для налагодження та управління. Крім того, необхідно мати досвідних фахівців для розгортання та управління грід системами. Проектування грід-системи передбачає визначення технічних вимог, вибір архітектури системи та конфігурацію обчислювальних вузлів.

Нижче наведено деякі кроки, які можуть бути використані для проектування грід системи. Визначення вимог до системи: необхідно визначити, які завдання повинна виконувати грід-система, які обчислювальні ресурси потрібні для виконання цих завдань та які вимоги до швидкості та надійності повинні бути задоволені.

Вибір архітектури грід-системи: необхідно вибрати архітектуру грід системи, яка відповідає вимогам до швидкості та надійності. Архітектура грід-системи може бути централізованою або розподіленою.

Вибір обчислювальних вузлів: необхідно вибрати обчислювальні вузли, які відповідають вимогам до продуктивності та надійності. Обчислювальні вузли можуть бути фізичними серверами, віртуальними машинами або контейнерами.

Налаштування мережевої інфраструктури: необхідно налаштувати мережеву інфраструктуру, щоб забезпечити високу швидкість передачі даних та надійність мережі.

Налаштування програмного забезпечення: необхідно встановити та налаштувати програмне забезпечення, яке забезпечує розподілення завдань між обчислювальними вузлами та управління обчислювальним процесом.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тестування та налагодження: необхідно провести тестування та налагодження грід-системи, щоб переконатися в її працездатності та надійності. Тестування може включати в себе проведення тестів на відповідність функціональних та продуктивних вимог, а також тестування на відмовостійкість та відновлення після збоїв.

Крім того, для забезпечення працездатності та надійності грід-системи, можуть бути використані наступні практики:

- резервне копіювання та відновлення даних для забезпечення захисту від втрати даних;

- використання механізмів автоматичного відновлення після збоїв, які дозволяють швидко відновити роботу системи після виникнення проблеми;

- забезпечення безпеки даних та мережі шляхом використання шифрування даних, аутентифікації та авторизації користувачів, а також захисту від зламу та відмов;

- моніторинг та аналіз роботи системи для виявлення проблем та швидкої їх виправлення перед тим, як вони можуть призвести до серйозного збою;

- забезпечення масштабованості та гнучкості системи, щоб забезпечити можливість додавання нових обчислювальних вузлів та ресурсів у разі потреби, а також легкість конфігурування та модифікації системи відповідно до змін потреб користувачів.

В основі грід-системи лежать обчислювальні потужності комп'ютерів, сховища даних, об'єднаних в єдину мережу. Можливі об'єднання грід-систем всередині країни, між країнами. Такі об'єднання виникають, як правило, на основі грід-ініціатив, грід-проекти включають в себе велику кількість географічно розподілених грід-систем на міжнародному рівні. Крім цього існує поняття «віртуальна грід-спільнота», яке представляє собою створювану на певний час віртуальну організацію (ВО) під актуальну задачу і з використанням ресурсів набору грід-систем. У ролі зв'язки між грід-

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системами та ВО виступають координаційні центри (координаційна організація, КО), керуючі виділенням / розподілом ресурсів.

Для виконання конкретного обсягу обчислень віртуальне співтовариство звертається в координаційну організацію. КО працює з провайдером програмного забезпечення (ПЗ), провайдером апаратних ресурсів і фінансових експертним центром. Під задачу виділяються ресурси грід. Під час виконання обчислень можливе здійснення моніторингу ходу цих обчислень, проміжний і кінцевого результатів через засоби візуалізації. При цьому факт гетерогенності самих обчислювальних ресурсів «прихований» від користувачів грід за рахунок невід'ємного застосування спеціалізованого ПЗ - *grid middleware*. Якщо часто виникають завдання, що вимагають великих обчислювальних ресурсів і сховищ даних (а так і є), то по грід-ініціативи можливе об'єднання кількох мереж / систем. Щоб перейти на рівень грід-метакомп'ютингу, повинні працювати грід-проекти.

Об'єктом проектування є обчислювальна грід-система, яка представляє собою комп'ютерну 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 грід-системи. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз сучасного стану грід-систем;
- обґрунтувати й вибрати встаткування комп'ютерної системи;
- обґрунтувати й вибрати структуру комп'ютерної системи;
- зробити розрахунок показників надійності проектованої системи.

Результатом роботи буде служити проект ресурсного центру, що повною мірою вирішить поставлені завдання.

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для зберігання та обробки інформації у обчислювальній грід-системі.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГРІД-СИСТЕМ

1.1 Структура та типи грід-систем

Обчислювальна грід-система (або просто грід-система) – це розподілена інфраструктура, що об'єднує багато обчислювальних ресурсів, таких як комп'ютери, сервери, обладнання зберігання даних, мережеві пристрої та інші ресурси, для вирішення складних обчислювальних задач. Основна мета грід-системи – надання великим спільнотам користувачів доступу до обчислювальних ресурсів великої потужності.

Узагальнена схема грід-інфраструктури представлена на рисунку 1.1.

Інтерфейс користувача (*User Interface, UI*) призначений для забезпечення доступу користувача до ресурсів грід-системи (в загальному випадку довільних розподілених систем іноді також вживається термін «консоль управління») [1].

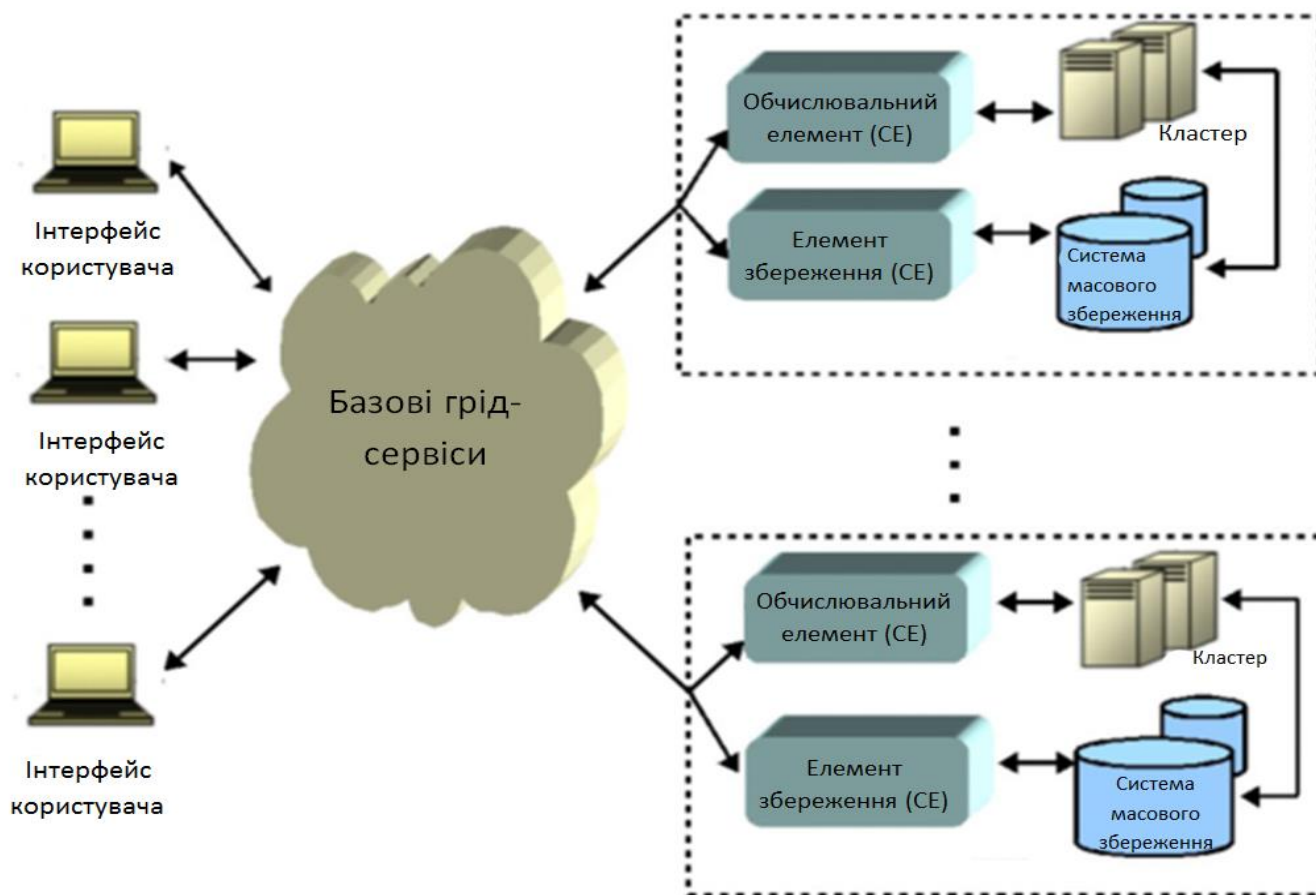


Рисунок 1.1 – Схема грід-інфраструктури

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Структура грід-системи може варіюватися залежно від конкретної реалізації та потреб користувачів, але основні компоненти і принципи залишаються схожими. Основні складові структури грід-системи включають наступні елементи:

Користувачі: це особи або організації, які використовують грід-систему для виконання своїх обчислювальних задач. Користувачі мають доступ до ресурсів грід-системи та використовують спеціальне програмне забезпечення для керування своїми обчислювальними задачами.

Ресурси: грід-система об'єднує різні обчислювальні ресурси, такі як комп'ютери, сервери, обладнання зберігання даних, мережеві пристрої та інші ресурси. Ці ресурси можуть бути розподілені по різних географічних регіонах і контролюватися різними організаціями або індивідуальними власниками.

Грід-оркестратор: це програмне забезпечення, яке керує розподіленням обчислювальних задач між різними ресурсами грід-системи. грід-оркестратор відповідає за планування, підготовки та координації виконання обчислювальних задач у грід-системі. Він забезпечує ефективне використання ресурсів, розподіляючи задачі на доступні вузли грід-системи, враховуючи їх потужність, доступність та вимоги користувачів.

Мережа: грід-система використовує мережу для забезпечення зв'язку між різними ресурсами та користувачами. Це може бути локальна мережа в межах одного фізичного приміщення або глобальна мережа, що об'єднує різні регіони та організації. Мережа забезпечує передачу даних, керування ресурсами та комунікацію між різними компонентами грід-системи.

Система керування ресурсами: ця складова відповідає за моніторинг та управління доступними обчислювальними ресурсами у грід-системі. Вона відстежує стан ресурсів, збирає статистику, контролює доступ користувачів та забезпечує вирішення конфліктів щодо розподілу ресурсів.

Безпека: грід-система вимагає високого рівня безпеки для захисту даних, доступу до ресурсів та комунікації між користувачами і ресурсами.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи безпеки можуть включати аутентифікацію та авторизацію користувачів, шифрування даних, захист від вторгнень та інші методи захисту.

Це лише загальна структура грід-системи, і конкретна реалізація може мати свої особливості та додаткові компоненти в залежності від потреб і вимог користувачів. Основні грід-сервіси надають інфраструктуру та послуги, необхідні для виконання обчислювальних задач у грід-системі. Ось декілька базових грід-сервісів:

Ресурсне управління: цей сервіс відповідає за керування розподіленими обчислювальними ресурсами у грід-системі. Він включає функції моніторингу ресурсів, планування виконання задач, керування пріоритетами, механізми резервування ресурсів та розподілу завдань між вузлами грід-системи.

Керування даними: цей сервіс забезпечує управління даними у грід-системі. Він включає функції зберігання, передачі та обробки даних між різними ресурсами. Керування даними може включати реплікацію даних для забезпечення доступності та надійності, механізми резервного копіювання, кешування та механізми синхронізації даних.

Розподілена обробка: цей сервіс забезпечує розподілену обробку задач у грід-системі. Він включає механізми розподілення обчислювальних завдань на доступні вузли, керування виконанням задач та збір результатів. Розподілена обробка може використовувати різні алгоритми планування, розподілу навантаження та механізми керування помилками.

Моніторинг та управління: цей сервіс відповідає за моніторинг стану ресурсів та виконання обчислювальних задач у грід-системі. Він забезпечує збір статистики, відстежує ефективність використання ресурсів.

Сервіс моніторингу та управління ресурсами в грід-системі надає інструменти для контролю та оптимізації використання обчислювальних ресурсів. Основні функції цього сервісу включають:

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Моніторинг ресурсів: сервіс забезпечує моніторинг стану обчислювальних ресурсів, таких як процесори, пам'ять, дисковий простір, мережеві пристрої та інші. Він збирає дані про завантаженість ресурсів, доступність, швидкість роботи і стан мережі.

Автоматичне масштабування: сервіс може автоматично реагувати на зміни навантаження та масштабувати кількість ресурсів, щоб забезпечити ефективне використання грід-системи. Наприклад, при збільшенні обсягу роботи сервіс може автоматично додавати нові вузли або активувати сплячі ресурси для обробки додаткових завдань.

Планування та пріоритизація: сервіс використовує алгоритми планування для ефективного розподілу обчислювальних завдань між ресурсами грід-системи. Він може враховувати пріоритети завдань, обмеження ресурсів, терміни виконання та інші фактори для оптимального розподілу завдань.

Керування помилками: сервіс реагує на помилки та відмови ресурсів, виконуючи відновлювальні дії. Він може перенаправляти завдання на інші доступні ресурси, запускати резервні копії або вживати інших заходів для забезпечення надійності та неперервності роботи грід-системи.

Сервіс забезпечення безпеки є важливою складовою грід-системи, оскільки забезпечує захист інформації, ресурсів та комунікації в середовищі розподіленого обчислення. Основні функції сервісу забезпечення безпеки в грід-системі включають:

Аутентифікація та авторизація: сервіс забезпечує перевірку ідентичності користувачів та надання прав доступу до ресурсів грід-системи. Він використовує механізми аутентифікації (наприклад, паролі, ключі, біометричні дані) для перевірки користувачів і систему авторизації для керування правами доступу.

Шифрування даних: сервіс забезпечує шифрування конфіденційної інформації, переданої по мережі між різними ресурсами та користувачами.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Він використовує шифрувальні алгоритми для захисту даних від несанкціонованого доступу під час передачі та зберігання.

Захист від вторгнень: сервіс забезпечує захист грід-системи від потенційних вторгнень або зломів. Він включає механізми виявлення вторгнень та інтрафік-детекції, що дозволяють виявляти та реагувати на аномальну або шкідливу активність у системі.

Управління доступом: сервіс забезпечує контроль доступу до ресурсів грід-системи. Він дозволяє налаштовувати права доступу до окремих ресурсів, обмежувати певні дії користувачів і забезпечувати принцип найменших привілеїв.

Аудит та журналювання подій є важливими інструментами для безпеки грід-системи, оскільки дозволяють виявляти та реагувати на потенційні загрози, а також проводити аналіз та аудит системи з метою покращення безпеки та виявлення слабких місць.

Типи грід-систем

1. Обчислювальні Грід.

Багато з найбільш ємних обчислювальних додатків досліджувалися і розроблялися різними науковими спільнотами, і не повинно дивувати те, що ці спільноти були ранніми творцями технології Грід, які могли використовувати незадіяні обчислювальні можливості. Обчислювальні Грід, використовувалися протягом більш ніж десятиліття в цих спільнотах для того, щоб з'єднати потужності тисяч комп'ютерів і серверів для створення середовища, яка може забезпечити суперобчислювальні можливості (за ціною, яка набагато нижче вартості суперкомп'ютера) [2].

Деякі з найвідоміших наукових проектів Грід:

– Проект *Seti@Home* – використовуються тисячі інтернет-PC, для пошуку позаземного життя).

– Проект (*GIMPS – Great Internet Mersenne Prime Search*) - міжнародна науково-дослідницька математична система.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Інформаційний Грід *NASA (IPG) GRID* об'єднує суперкомп'ютери та системи пам'яті, що належать організаціям-учасникам, Цей проект допомагає уряду, дослідникам і промисловості в цілому, накопичувати обчислювальну потужність і полегшувати інформаційний обмін між вченими *NASA*.

– *The Oxford e-Science* Грід – Проект університету Оксфорда в області e-Science стосується всесвітніх розподілених наукових колаборацій, які вимагають доступу до великого обсягу даних і великих комп'ютерних ресурсів, і дуже високої якості візуалізації для кожного окремого вченого.

– Проект *Intel-United Devices* для досліджень раку – цей дослідницький проект, заснований на Грід, призначений для створення нових ліків від раку, До проекту залучаються організації та окремі особи, які бажають зробити внесок наявними процесорними потужностями. Ці вільні потужності використовуються в Грід інфраструктури шляхом завантаження спеціального програмного забезпечення. Дослідження фокусуються на протеїнах, які можуть бути можливими мішенями ракової терапії.

Найбільші зусилля в області Грід прикладаються для розвитку науково-дослідного проекту "*TeraGRID*". *TeraGRID* було розпочато національним науковим фондом (*NSF*) США в серпні 2001. Проект розрахований на багато років і передбачає створення найбільшої в світі інфраструктури Грід для наукових обчислень.

2. Інформаційні Грід.

Інформаційні Грід є Грід, які забезпечують комп'ютерні ресурси для поглибленого аналізу використовуваних спільно великих баз даних (часто різномірних).

3. Колабораційні Грід.

Колабораційні Грід використовуються для обробки та інтерпретації даних, наприклад, це можуть бути групи, що працюють над проектами по дизайну і моделювання.

4. Урядові Грід.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Уряди використовують розподілене програмування довше, ніж будь-який бізнес. Використання урядами розподілених мереж для оборони і розвідки, почалося задовго до приходу вчених в цю область. Сьогодні уряди використовують технологію Грід, щоб знизити експлуатаційні витрати, поліпшити використання ресурсів, і стимулювання наукових досліджень і відкриттів.

У роботі будемо використовувати грід-систему першого типу, тобто обчислювальну грід-систему.

1.2 Рівні архітектури та стандарти грід-систем

Грід-системи можуть мати різні рівні архітектури та використовувати різні стандарти для забезпечення спільної роботи розподілених ресурсів.

На базовому рівні архітектури грід визначаються служби, що забезпечують безпосередній доступ до ресурсів, використання яких розподілено за допомогою протоколів грід [2].

Обчислювальні ресурси надають користувачеві грід-системи процесорні потужності. Обчислювальними ресурсами можуть бути як кластери, так і окремі робочі станції. Будь-яка обчислювальна система може розглядатися як потенційний обчислювальний ресурс грід-системи.

Ресурси пам'яті представляють собою простір для зберігання даних. Для доступу до ресурсів пам'яті використовується програмне забезпечення проміжного рівня, що реалізує уніфікований інтерфейс управління і передачі даних.

Інформаційні ресурси і каталоги є особливим видом ресурсів пам'яті. Вони служать для зберігання і надання метаданих та інформації про інших ресурсах грід-системи.

Мережевий ресурс є сполучною ланкою між розподіленими ресурсами грід-системи. Основною характеристикою мережевого ресурсу є швидкість передачі даних.

					КРБ.КІ. 1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Рисунок 1.2 – Рівні архітектури Грід

Зв'язувальний рівень визначає комунікаційні протоколи і протоколи аутентифікації, забезпечуючи передачу даних між ресурсами базового рівня. Зв'язує рівень грід заснований на стеку протоколів *TCP / IP*:

- Інтернет (*IP, ICMP*);
- транспортні протоколи (*TCP, UDP*);
- прикладні протоколи (*DNS, OSRF...*).

Ресурсний рівень реалізує протоколи, що забезпечують виконання таких функцій:

- узгодження політик безпеки використання ресурсу;
- моніторинг стану ресурсу;
- контроль над ресурсом;
- облік використання ресурсу.

Окремо виділяються 2 типу протоколів ресурсного рівня:

- Інформаційні протоколи – використовуються для отримання інформації про структуру і стан ресурсу.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Протоколи управління – використовуються для узгодження доступу до поділу ресурсів, визначаючи вимог і допустимих дій по відношенням до ресурсу (наприклад, підтримка резервування, можливість з будівлі процесів, доступ до даних).

Коллективний рівень відповідає за глобальну інтеграцію різних наборів ресурсів і може включати в себе служби каталогів; служби спільного виділення, планування і розподілу ресурсів; служби моніторингу і діагностики ресурсів; служби реплікації даних.

На прикладному рівні розташовуються користувальницькі додатки, що виконують у середовищі ВО. Вони можуть використовувати ресурси, що знаходяться на будь-яких нижніх шарах архітектури Грід.

Ось деякі загальні рівні архітектури та стандарти, які використовуються в ґрід-системах:

Рівень ресурсів: цей рівень включає фізичні ресурси, такі як комп'ютери, сервери, обчислювальні кластери та суперкомп'ютери. На цьому рівні використовуються стандарти, які дозволяють інтегрувати та управляти цими ресурсами, такі як стандарт *Open Grid Forum (OGF) Open Grid Services Infrastructure (OGSI)* та стандартизовані протоколи, наприклад, *Message Passing Interface (MPI)* для розподіленої обробки.

Рівень сервісів: цей рівень надає абстракції та сервіси, які дозволяють користувачам використовувати розподілені ресурси ґрід-системи. На цьому рівні використовуються стандарти, такі як *Open Grid Services Architecture (OGSA) та Web Services Resource Framework (WSRF)*, які визначають протоколи та інтерфейси для розробки, публікації та виклику веб-сервісів.

Рівень програмного забезпечення: цей рівень включає програмне забезпечення, яке використовується для керування та керування ґрід-системою. На цьому рівні використовуються різні програмні платформи та фреймворки, такі як *Globus Toolkit, gLite, Unicore* та інші, які надають різноманітні функціональні можливості, включаючи розподілений планувальник, керування даними, безпеку тощо.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень додатків: на цьому рівні використовуються конкретні додатки, які використовують розподілені ресурси для виконання обчислювальних завдань або виконання конкретних функцій. Ці додатки можуть бути розроблені для виконання на грід-системі з використанням спеціальних інтерфейсів та протоколів.

Наприклад, додатки на рівні грід-системи можуть включати:

Обчислювальні додатки: це додатки, які використовують грід-систему для розподіленого обчислення. Вони можуть включати наукові симуляції, обробку великих обсягів даних, молекулярне моделювання, фізичні експерименти та інші обчислювальні завдання, які вимагають великої потужності обчислень.

Управління даними: додатки на рівні грід-системи можуть включати системи керування даними, які забезпечують зберігання, доступ та обмін даними між різними ресурсами в грід-системі. Це можуть бути системи для обробки великих обсягів даних, дистриб'ютивні бази даних, системи керування файловими ресурсами тощо.

Віртуальні лабораторії та середовища: додатки можуть використовувати грід-систему для створення віртуальних лабораторій та середовищ для виконання наукових досліджень, експериментів, моделювання та спільної роботи. Ці додатки можуть надавати інструменти для спільного доступу до обладнання, даних, обчислювальних ресурсів та спільної комунікації.

Веб-сервіси та портали: додатки на рівні грід-системи можуть використовувати веб-сервіси та портали для забезпечення доступу користувачів до розподілених ресурсів та функціональності системи.

Ось деякі приклади:

Веб-сервіси: веб-сервіси використовують протоколи та стандарти, такі як *Simple Object Access Protocol (SOAP)* або *Representational State Transfer (REST)*, для надання функціональних можливостей грід-системи через мережу Інтернет. Користувачі можуть взаємодіяти з цими веб-сервісами,

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконуючи запити на виконання обчислень, керування даними, отримання стану ресурсів тощо.

Портали: грід-системи можуть надавати користувачам спеціалізовані веб-портали, які забезпечують інтерфейс для керування розподіленими ресурсами, виконання завдань та моніторингу стану системи. Ці портали можуть мати графічний інтерфейс користувача, дашборди, засоби пошуку, налаштування параметрів завдань та інші функції для полегшення взаємодії користувачів з грід-системою.

Платформи спільної роботи: додатки на рівні грід-системи можуть включати платформи спільної роботи, які дозволяють користувачам спільно працювати над проектами, обмінюватися даними, спілкуватися та спільно вирішувати завдання. Ці платформи можуть включати інструменти для спільної роботи над кодом, документами, візуалізації даних та іншими ресурсами.

Моніторинг та керування: веб-сервіси та портали також можуть надавати можливості для моніторингу та керування грід-системою. Користувачі можуть використовувати веб-сервіси та портали для моніторингу та керування різними аспектами грід-системи. Ось деякі можливості, які можуть бути доступні:

Моніторинг ресурсів: користувачі можуть отримати інформацію про стан та доступність розподілених ресурсів, таких як сервери, обчислювальні кластери, суперкомп'ютери тощо. Вони можуть переглядати статус ресурсів, використання обчислювальної потужності, обсяги доступної пам'яті, мережеву активність та інші параметри.

Керування задачами: користувачі можуть використовувати веб-сервіси та портали для надсилання нових задач або керування вже запущеними задачами. Вони можуть вказувати параметри завдань, призначати пріоритети, встановлювати терміни виконання та відстежувати стан виконання.

Моніторинг та аналіз результатів: користувачі можуть отримувати доступ до результатів виконаних задач, переглядати вихідні дані, аналізувати

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

результати та візуалізувати їх. Вони можуть отримувати звіти, статистику та графіки, які допомагають їм зрозуміти результати обчислень або експериментів.

Керування безпекою: веб-сервіси та портали можуть надавати можливості для керування безпекою в грид-системі. Користувачі можуть налаштовувати права доступу до ресурсів, управляти сертифікатами безпеки, контролювати аутентифікацію та авторизацію користувачів, а також виявляти та реагувати на потенційні загрози безпеки.

Ці можливості дозволяють користувачам ефективно взаємодіяти з грид-системою, контролювати та оптимізувати використання ресурсів, моніторити процеси та отримувати результати обчислень. Веб-сервіси та портали спрощують процес керування та надають зручний інтерфейс для користувачів, що дозволяє їм зосередитись на своїх завданнях, не вдаючись у складні технічні деталі.

За допомогою веб-сервісів та порталів на рівні моніторингу та керування, користувачі можуть отримати широкий спектр інформації про стан системи, змінювати налаштування, контролювати ресурси, спостерігати за виконанням завдань та отримувати повідомлення про події та помилки. Це дозволяє їм бути в курсі подій і приймати необхідні рішення щодо управління грид-системою.

Крім того, можливість аналізу результатів та візуалізації даних допомагає користувачам зрозуміти результати своїх обчислень, провести аналіз, виявити взаємозв'язки та зробити висновки. Це сприяє більш ефективному використанню грид-системи і підвищує продуктивність користувачів.

Загалом, веб-сервіси та портали на рівні моніторингу та керування грид-системою роблять її більш доступною та зручною для користувачів, допомагаючи їм ефективно використовувати розподілені ресурси та досягати своїх цілей у наукових, дослідницьких або інших областях.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стандарти Грід

У грід-системах використовуються різні стандарти, які сприяють спільній взаємодії між розподіленими ресурсами та додатками. Ось декілька ключових стандартів, які широко використовуються в грід-системах:

Globus Toolkit: Глобус-набір інструментів (*Globus Toolkit*) є одним з найпопулярніших і найрозповсюдженіших стандартів у грід-обчисленнях. Він надає набір протоколів та бібліотек для розробки, встановлення та управління грід-інфраструктурою. Глобус-набір інструментів також включає реалізацію стандартів, таких як *GridFTP* для передачі файлів, *Grid Security Infrastructure (GSI)* для безпеки та інші.

Open Grid Services Architecture (OGSA): Відкрита архітектура грід-сервісів (*OGSA*) є стандартом, який визначає архітектурні принципи та протоколи для розробки грід-сервісів. *OGSA* використовує веб-сервіси (*SOAP, WSDL*) для створення розподілених обчислювальних сервісів, які можуть бути розподілені по різних ресурсах та інтегровані у грід-інфраструктуру.

Open Grid Services Infrastructure (OGSI): Відкрита інфраструктура грід-сервісів (*OGSI*) є розширенням *OGSA*, яке визначає модель розподіленого виконання грід-сервісів. *OGSI* встановлює правила для реєстрації, виконання та взаємодії грід-сервісів у грід-системі. Вона включає такі компоненти, як контейнери сервісів, фабрики сервісів та реєстри сервісів, що допомагають управляти і виконувати грід-сервіси.

Grid Computing (грід-обчислення) - це модель обчислень, в якій використовуються розподілені ресурси з різних джерел для вирішення складних завдань. Грід-обчислення передбачає спільне використання обчислювальної потужності, пам'яті, сховищ даних та інших ресурсів через мережу.

Грід-обчислення забезпечує сполучення багатьох автономних комп'ютерів та серверів у єдину велику обчислювальну систему. Ця модель

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє використовувати розподілені ресурси з різних місць, організацій або навіть країн для вирішення складних обчислювальних задач, які вимагають великої обчислювальної потужності, масштабованості або доступу до великих обсягів даних.

У грід-обчисленні використовуються спеціальні протоколи та стандарти для організації спільної роботи розподілених ресурсів. Ці стандарти включають протоколи передачі даних, протоколи безпеки, стандарти керування завданнями та ресурсами, архітектури грід-сервісів та багато інших.

Грід-обчислення знаходить застосування в багатьох сферах, таких як наукові дослідження, фізика високих енергій, біоінформатика, фармацевтика, фінанси, метеорологія та багато інших. Використання розподіленої обчислювальної потужності дозволяє розв'язувати складні задачі швидше та ефективніше, прискорюючи наукові дослідження та розвиток технологій.

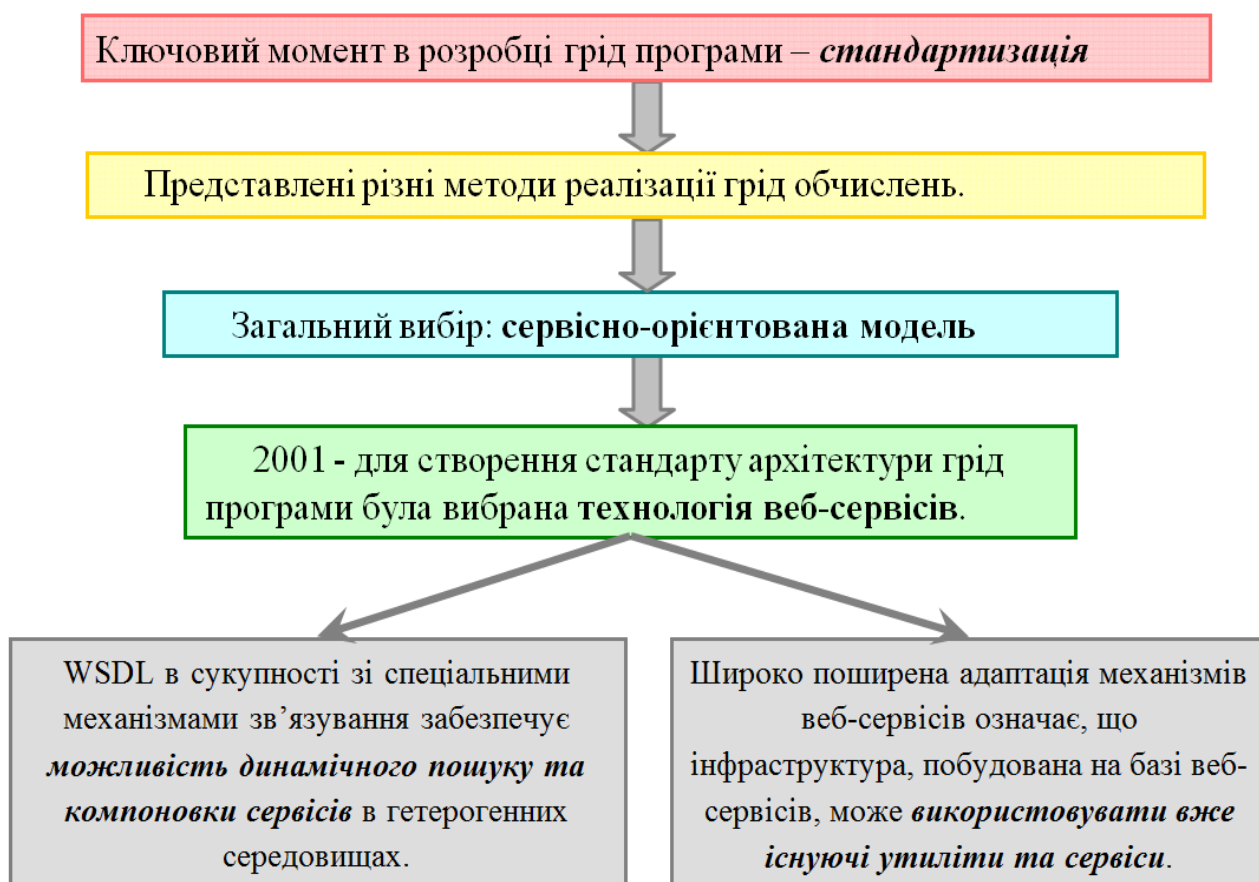


Рисунок 1.3 – Стандартизація Грід

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Грід-система *Globus*

Globus – це проект з розробки та надання інфраструктури для грід-обчислень. Спочатку *Globus* був розвитком проекту *I-WAY*, але в процесі розвитку, основний акцент був перенесений з підтримки високопродуктивних обчислень в сторону сервісів підтримки віртуальних організацій. Цель створення *Globus* – надання можливості програмам працювати з розподіленими різнорідними обчислювальними ресурсами як з єдиної віртуальної машиною. Основна спрямованість проекту - обчислювальні грід-системи. Базовим елементом системи виступає *Globus Toolkit* (інструментарій *Globus*), що описує базові сервіси і можливості, необхідні для створення обчислювальних грід-систем. Система *Globus* надає високорівневим додаткам доступ до сервісів, кожен з яких додаток або розробник може використовувати для досягнення власних цілей, тому окремі сервіси повинні бути ізольовані і мати чітко визначені програмні інтерфейси.

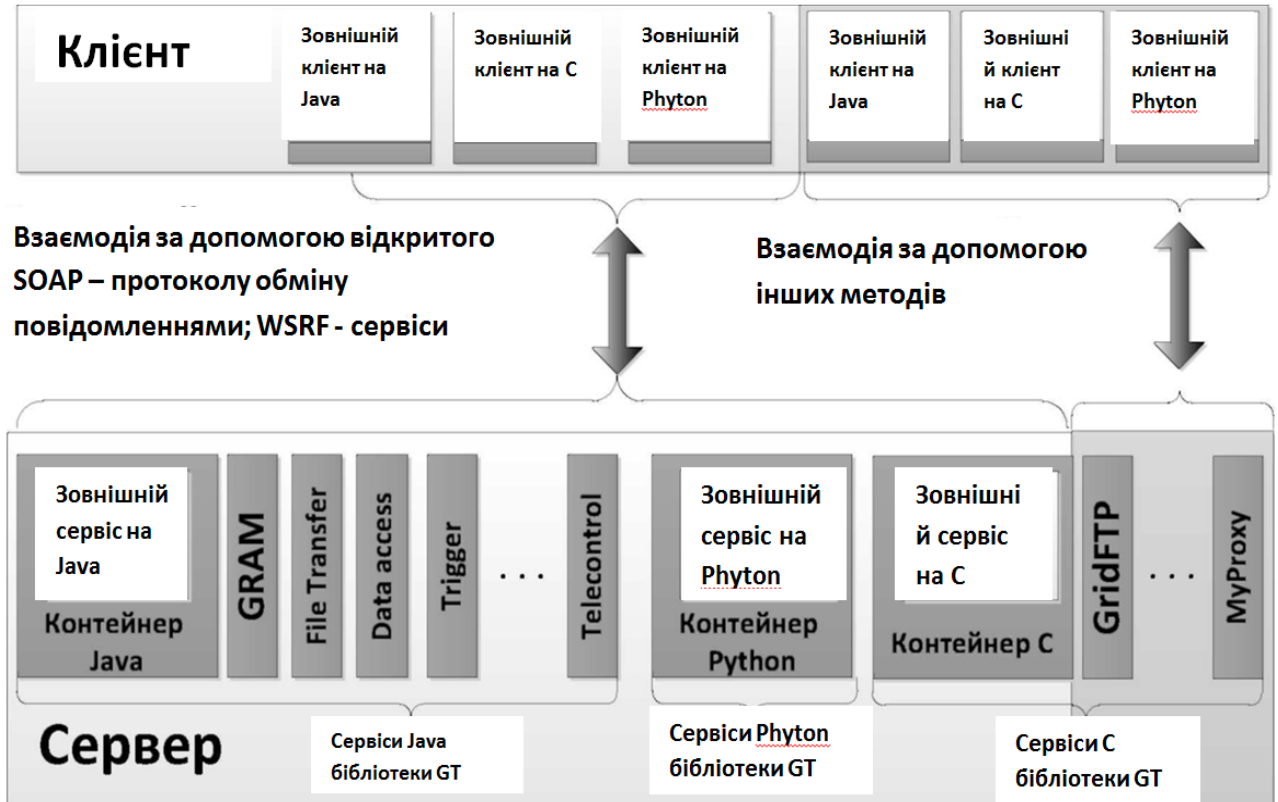


Рисунок 1.4 – Загальна схема взаємодії компонентів *Globus Toolkit 4.0*

Базові сервіси, представлені системою *Globus*

Протокол *GRAM (Globus Toolkit Resource Allocation Manager - Менеджер Розподілу Ресурсів Globus Toolkit)* використовується для розподілу обчислювальних ресурсів і контролю обчислень, з використанням даних ресурсів.

1. Розширена версія протокола передачі файлів *GridFTP* використовується для організації доступу до даних, включаючи питання безпеки і паралелізму високошвидкісної передачі даних.

2. Контейнери для користувача сервісів, підтримують аутентифікацію, управління станом, пошук і т. п., а також забезпечують підтримку стандартів *WSRF, WS-Security, WS-Notification*.

3. Сервіси, аутифікація та безпека з'єднання *GSI (Grid Security Infrastructure - Інфраструктура Безпеки Грід)*.

4. Розподілений доступ до інформації про структуру і стан системи розподілених обчислень.

5. Віддалений доступ к даним через спільні та паралельних інтерфейсів.

6. Створення, кешування і пошук виконуваних ресурсів.

7. Бібліотеки, для забезпечення взаємодії сторонніх додатків з *GTK 4.0* і/або призначеними для користувача сервісами.

1.3 Засоби безпеки інформаційно-аналітичних грід-систем

Забезпечення безпеки в інформаційно-аналітичних грід-системах є важливим аспектом для збереження конфіденційності, цілісності та доступності даних, а також для запобігання несанкціонованому доступу та зловживанням. Для цього використовуються різні засоби та методи.

Ось деякі засоби безпеки, що застосовуються в інформаційно-аналітичних грід-системах:

Аутентифікація і авторизація: Забезпечення ідентифікації користувачів та перевірка їх прав доступу до ресурсів системи. Це включає використання

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паролів, сертифікатів, біометричних методів аутентифікації та механізмів керування правами доступу.

Шифрування даних: Застосування шифрування для захисту конфіденційності даних під час їх передачі та зберігання. Шифрування може використовувати різні алгоритми, такі як *AES (Advanced Encryption Standard)* або *RSA (Rivest-Shamir-Adleman)*, для захисту даних від несанкціонованого доступу.

Моніторинг і аудит безпеки: Застосування систем моніторингу та аудиту для виявлення вторгнень, аномалій або незвичайної активності. Це дозволяє вчасно виявляти та реагувати на потенційні загрози безпеці.

Відокремлення даних: Застосування механізмів, які дозволяють відокремити дані різних користувачів або проєктів від один одного, забезпечуючи їх ізоляцію. Це важливо для запобігання неправомірного доступу до даних та забезпечення конфіденційності.

Для захисту від вірусів та зловмисного програмного забезпечення в інформаційно-аналітичних грид-системах використовуються різні засоби та методи:

Антивірусне програмне забезпечення: Встановлення та оновлення антивірусного програмного забезпечення на всіх вузлах грид-системи. Це дозволяє виявляти та блокувати шкідливі програми, віруси, троянські коні та інші загрози безпеці.

Брандмауери: Використання брандмауерів для контролю мережевого трафіку і запобігання несанкціонованому доступу до системи. Брандмауери дозволяють налаштовувати правила доступу, блокувати небажаний трафік та виявляти аномальну активність.

Поновлення та патчі: Регулярне оновлення операційних систем, програмного забезпечення та застосунків усередині грид-системи. Це включає установку офіційних патчів та виправлень безпеки для запобігання використанню вразливостей зловмисниками.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Механізми виявлення та запобігання вторгнень: Використання систем виявлення та запобігання вторгнень (Intrusion Detection and Prevention Systems, IDS/IPS) для виявлення та блокування зловмисних атак. Ці системи аналізують мережевий трафік та сповіщають про можливі аномалії або атаки.

Криптографія та цифрові підписи: Використання криптографічних методів для захисту даних під час передачі та зберігання. Використання цифрових підписів дозволяє перевіряти автентичність та цілісність даних.

Навчання та свідомість користувачів: Проведення навчання та освіти користувачів щодо інформаційної безпеки.

Проведення навчання та освіти користувачів щодо безпеки є важливим аспектом в захисті інформаційно-аналітичних грид-систем. Освічені та свідомі користувачі можуть допомогти уникнути багатьох загроз безпеці та зменшити ризик несанкціонованого доступу та вразливостей. Ось деякі підходи до навчання та освіти користувачів щодо безпеки:

1. Свідомість про загрози: Навчання користувачів про різні типи загроз безпеці, такі як фішинг, віруси, соціальний інжиніринг та інші атаки. Це може включати навчання про розпізнавання підозрілого електронного листа, небезпечних посилань, а також про правила безпеки при роботі зі сторонніми ресурсами.

2. Сильні паролі та аутентифікація: Навчання користувачів щодо важливості використання сильних паролів та методів аутентифікації, таких як двофакторна аутентифікація. Пояснення про ризики використання слабких або загальновідомих паролів та важливість унікальних і складних комбінацій.

3. Оновлення програмного забезпечення: Навчання користувачів про важливість регулярного оновлення операційних систем, антивірусного програмного забезпечення та інших застосунків. Пояснення про вразливості, які можуть бути виправлені патчами та оновленнями.

4. Соціальний інжиніринг: Навчання користувачів про різні методи соціального інжинірингу, які використовуються зловмисниками для

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отримання неправомірного доступу. Пояснення про те, як розпізнати та уникнути підступів, які використовують маніпулювання людським фактором.

5. Збереження та обробка даних: Навчання користувачів про правила збереження та обробки конфіденційних даних. Пояснення про важливість обережного підходу до розголошення інформації, обмеження прав доступу до чутливих даних та правила використання шифрування.

6. Виявлення та повідомлення про інциденти: Навчання користувачів про виявлення ознак можливих інцидентів безпеки та процедури повідомлення про них. Пояснення про важливість оперативного реагування та співпраці зі службою безпеки для запобігання подальшим ризикам.

Навчання та освіта користувачів щодо безпеки повинні бути постійним процесом, оскільки загрози безпеці постійно еволюціонують. Регулярні нагадування, тренінги та актуалізація знань сприяють підвищенню безпеки в інформаційно-аналітичних грид-системах.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.4.3</i>	Арк.
						27
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ЦЕНТРУ ГРІД

2.1 Конфігурація устаткування обчислювальної грід-системи

Грід-система для високопродуктивних обчислень (*High Performance Computing Grid*) – це розподілена інфраструктура для обчислювальних задач, що складається з великої кількості взаємопов'язаних комп'ютерів, що працюють разом, щоб розв'язувати складні завдання [5,6].

Грід-система використовується для вирішення задач, які вимагають великої обчислювальної потужності, таких як дослідження клімату, космічні дослідження, фізика високих енергій, медичні дослідження тощо. Грід-система дає можливість користувачам використовувати великі кластери комп'ютерів та суперкомп'ютери, щоб виконувати завдання, які неможливо було б вирішити на звичайному ПК або навіть на окремому сервері.

Грід-системи дають можливість користувачам поділитися ресурсами та обчислювальною потужністю, яка є розподіленим серед кількох машин. Для керування грід-системою використовуються спеціальні програмні засоби, які дозволяють керувати розподіленими задачами та ресурсами машин.

Основні переваги грід-системи для високопродуктивних обчислень включають:

1. Висока продуктивність та швидкість обчислень;
2. Можливість використання великих кластерів та суперкомп'ютерів;
3. Ефективне використання ресурсів;
4. Можливість розподіляти завдання між кількома користувачами;
5. Висока масштабованість, тобто можливість додавати нові машини та ресурси при потребі.

Обчислювальна грід-система, яку буде розглянуто в роботі представляє собою комп'ютерну систему (КС) або кластер. Поза залежністю від конфігурації, при побудові кластера необхідно використовувати високоякісні

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

компоненти, тому що основною причиною простою системи є відмови устаткування.

При виборі апаратної конфігурації системи потрібно звернути увагу на високу продуктивність. Вибираємо апаратну конфігурацію, що має відповідні обсяги пам'яті, процесорну потужність і ресурси вводу-виводу.

Також слід звернути увагу на збереження цілісності даних при збої в будь-яких умовах. Потрібно використовувати перемикач живлення. Це забезпечує захищеність даних у будь-яких умовах. Ці пристрої дозволяють одній кластерній системі відключити й включити живлення іншої, до запуску її служб під час переносу. Не використання перемикачів живлення може привести до руйнування даних.

Також при проектуванні КС треба виконати умови обмеження вартості. Конфігурація обраного устаткування повинна відповідати обмеженням вартості. Наприклад, система зі стандартними портами уведення/виводу коштує менше, ніж система с додатковими портами [4].

Конфігурація устаткування містить в собі наступні складові:

- 64 комп'ютерів на основі топології «гіперкуб»;
- *Raid*-масив із двома контролерами;
- перемикачі живлення – це дозволить будь-якій системі включати/виключати іншу під час переносу;
- система безперебійного живлення, котра забезпечує надійне джерело живлення у надзвичайних випадках.

Така апаратна конфігурація забезпечує цілісність даних у будь-яких умовах, а саме:

- при відмові диска апаратні *RAID*-масиви розподілять дані між іншими дисками;
- при відмові одного *RAID*-контролера інший забезпечує доступ до даних на дисках.

Відповідно до поставлених завдань необхідно обрати відповідне комп'ютерне обладнання.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір материнської плати, процесора

Процесор *AMD Ryzen 9 5950X s-AM4 3.4GHz/64MB BOX* на рис 2.1.

Вибрав цей процесор тому, що він має 16 ядер, а також частоту 3.4 ГГц, яку можна розігнати до 4.9 ГГц, сокет – *AM4*.

Даний процесор дуже гарно себе показує в тестах на виконання обчислень.



Рисунок 2.1 – Процесор *AMD Ryzen 9 5950X s-AM4 3.4GHz/64MB BOX*

Таблиця 2.1 – Таблиця характеристик процесора *AMD Ryzen 9 5950X*

Сімейство процесора	<i>AMD Ryzen 9</i>
Тип роз'єму	<i>Socket AM4</i>
Інтегрована графіка	Немає
Кількість ядер	16
Тактова частота процесора	3400 МГц
Обсяг кеш пам'яті	64 МБ
Вартість	22372 грн.

Материнська плата *Asus TUF Gaming B550-Plus s-AM4 B550* на рис. 2.2.

Оптимізована система живлення: 10 силових модулів *DrMOS* (8+2), роз'єм живлення *ProCool*, довговічні компоненти *TUF*, цифрове регулювання.

Повноцінне охолодження: радіатор системи живлення, чіпсетний радіатор, радіатор *M.2*, гібридні роз'єми для вентиляторів та утиліта *Fan Xpert 4*.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасні інтерфейси: *M.2 (PCIe 4.0)* та *USB 3.2 Gen2 (Type-A та Type-C)*.

Оптимальне рішення для високопродуктивних обчислень: *2.5G Ethernet*, слот *M.2* із ключем *E-Key*, захист мережевого роз'єму (*TUF LANGuard*), трафік-менеджер *TurboLAN*.

Аудіокодек *Realtek S1200A* з відмінним співвідношенням сигнал-шум: 108 дБ для лінійного стереовиходу та 103 дБ для лінійного входу.

Таблиця 2.2 – Таблиця характеристик материнської плати

Сокет	<i>AM4</i>
Підтримка пам'яті	<i>4 x DDR4 DIMM</i>
Формфактор	<i>ATX</i>
Чіпсет	<i>AMD B550</i>
Підтримка процесорів	<i>AMD Ryzen 3-го покоління</i>
<i>PCI Express x1</i>	<i>3 x PCI-E 3.0 x1</i>
<i>PCI Express x16</i>	<i>1 x PCI-E 3.0 x16 (x4)</i> <i>1 x PCI-E 4.0 x16</i>
Фізичні розміри	<i>30.5 x 24.4 см</i>
Зовнішні роз'єми	<i>1 x USB 3.2 Type-C Gen2</i> <i>1 x USB 3.2 Gen2</i> <i>4 x USB 3.2 Gen1</i> <i>2 x USB 2.0</i> <i>1 x DisplayPort</i> <i>1 x HDMI</i> <i>1 x LAN (RJ-45)</i> <i>1 x S/PDIF вихід</i>
Вартість	<i>6180грн</i>

Вибір корпусу, блоку живлення

Корпус *Vinga Pillar Black* зображено на рис. 2.3.

Вибір зупинився на цьому корпусі тому, що корпус *Vinga Pillar* дозволить сконструювати гарний геймерський комп'ютер: система вентиляції з вентиляційними ґратами забезпечує нормальний температурний режим навіть при повному завантаженні.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

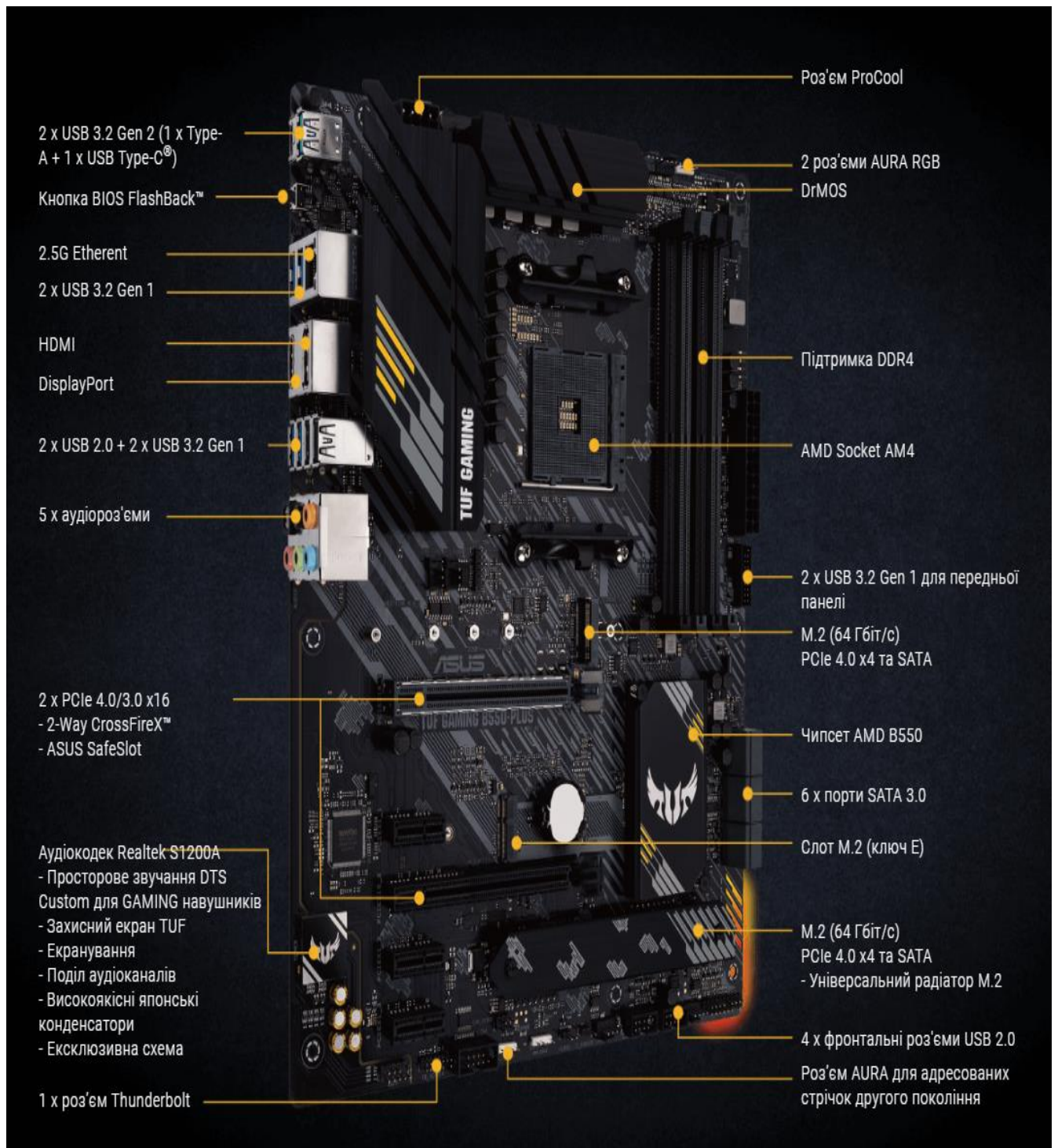


Рисунок 2.2 – Материнська плата *Asus TUF Gaming B550-Plus s-AM4 B550*

У корпусу є бічна панель із загартованого скла – вона прозора, тому користувач може побачити, як працює «начинка» корпусу. Місце для блоку живлення знаходиться на дні корпусу, це допомагає погасити вібрацію і зробити рівень шуму нижче навіть при повному навантаженні. На корпусі розташовані кнопки керування живленням та завантаженням системи, а також входи для навушників, *USB*-порти та входи для мікрофона.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Максимально допустимий розмір карток для установки – до 350 мм, максимально прийнятна висота кулера – 165 мм.

Корпус має вертикальне встановлення, блок живлення не передбачений у комплекті. Корпус має 6 внутрішніх відсіків для розширення розмірами від 2.5 дюймів до 3.5 дюймів. Також є 7 слотів розширення. Охолодження проводиться за допомогою 8 вентиляторів (у комплект не входять), кожен – діаметром 12 см. Для зручності на корпусі є чотири роз'єми, два *USB 3.0*, один *USB Type-C*, вхід для навушників та мікрофона.



Рисунок 2.3 – Корпус *Vinga Pillar Black*

Таблиця 2.3 – Таблиця характеристик корпусу

Формфактор материнської плати	<i>ATX</i>
	<i>EATX</i>
	<i>Mini-ITX</i>
	<i>microATX</i>
Тип корпусу	<i>Miditower</i>
Вартість	2331 грн

Корпус металевий з металу товщиною 0.8 мм. Розмір блока живлення – 200 мм. Загальні габарити корпусу – 215 x 480 x 425 мм.

Блок живлення 750W Asus TUF Gaming Bronze (TUF-GAMING-750W) на рис. 2.4. При виборі блоку живлення, я орієнтувався на тести. Даний блок живлення гарно себе проявив в них.



Рисунок 2.4 – Блок живлення 750W Asus TUF Gaming Bronze

Таблиця 2.4 – Таблиця характеристик блоку живлення

Потужність	750 Вт
Охолодження	Вентилятор 135 мм
Кількість роз'ємів додаткового живлення для відеокарт	4
Тип	Комп'ютерний
Вартість	3963

Протестований *ASUS TUF-GAMING-750B* якісно зібраний сучасний блок живлення, з непоганим дизайном та хорошими параметрами. Силові елементи в ньому встановлені із запасом, конденсатори хоч і не японські, але для «бронзового» блоку достатньої якості. Завдяки хорошій схемотехніці як у «золотих» пристроїв і при не сильному нагріванні, блок нормально прослужить свій гарантійний термін у 6 років, навіть на потужностях, близьких до максимальної, природно, при нормальній продувності корпусу. У мінуси блоку можна записати більш високу ціну, ніж у решти бронзових рішень, але *TUF-GAMING-750B* все-таки ближче до «золотих», як за схемотехнікою, так і стабільністю вихідних напруг.

Таблиця 2.5 – Потужність конфігурації

Тип компонента	Назва	Потужність
Процесор	<i>AMD Ryzen 5950x</i>	115 Вт
Відеокарта	<i>NVIDIA GeForce RTX 3060</i>	180 Вт
Системна плата	<i>Asus TUF Gaming B550-Plus s-AM4 B550</i>	100 Вт
Оперативна пам'ять	<i>DDR4</i>	7 Вт
Зберігання даних	<i>SSD SATA</i>	4 Вт
Охолодження	<i>AZZA Galeforce 360</i>	5 Вт
Інші	-	90 Вт

Загальна потужність конфігурації – 510 Вт

Мінімальна потужність блоку живлення для цієї конфігурації складає – 550 Вт.

Рекомендована потужність блоку живлення для цієї конфігурації складає – 600 Вт та більше.

Вибір внутрішньої та зовнішньої пам'яті

Модуль пам'яті *Kingston Fury DDR4 32GB 3200MHz Beast Black (KF432C16BB/32)* на рис. 2.5.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модулі пам'яті від *Kingston* дуже поширені серед користувачів та мають гарну оцінку за відгуками.

Перевагами даної моделі є:

- RGB-підсвічування та агресивний стиль;
- Запатентована компанією *Kingston FURY* технологія *Infrared Sync™*;
- Сумісність із профілями *Intel® XMP*;
- Сумісність із процесорами *AMD Ryzen™*;
- Частоти до 3733 MT/s* та комплекти ємністю до 128 ГБ;
- Функціональність *Plug N Play* на частоті 2666 MT/s2.



Рисунок 2.5 – Модуль пам'яті *Kingston Fury DDR4 32GB 3200MHz Beast Black*

Таблиця 2.6 – Таблиця характеристик модуля пам'яті

Тип	<i>DDR4</i>
Обсяг	32 ГБ
Робоча напруга	1,35 В
Ефективна частота	3200 МГц
Вартість	3055 грн

Необхідно встановити 2 модуля пам'яті по 32 ГБ, таким чином загальний обсяг оперативної пам'яті для комп'ютерів 64 ГБ.

SSD-накопичувач *M.2 1TB Samsung 980* на рис. 2.6. Я вибрав саме його тому, що цей твердотільний накопичувач, за допомогою якого можна не тільки зберігати великі обсяги даних, але також і прискорити роботу комп'ютера і програм. Цей накопичувач з інтерфейсом *M.2* і може встановлюватися як на відповідні материнські плати, так і в ноутбуки. В *Samsung 980 1 TB (MZ-V8V10BW)* використовуються *V-NAND 3-bit MLC*, які доповнені контролером *Samsung Pablo*.

Загальний обсяг пам'яті накопичувача становить 1000 ГБ.

Максимально досяжна швидкість читання знаходиться на рівні 3500 МБ / с, запису - 3000 МБ / с.

Ресурс запису в *Samsung 980 1 TB (MZ-V8V10BW)* досягає 600 ТБ, а середній час безвідмовної роботи - 1,5 млн. годин.



Рисунок 2.6 – SSD-накопичувач *M.2 1TB Samsung 980*

Таблиця 2.7 – Таблиця характеристик накопичувача

Об'єм	1000 ГБ
Формфактор	<i>M2</i>
Тип пам'яті	<i>3D TLC NAND</i>
Контролер	<i>Samsung Pablo</i>
Вартість	3999 грн

Все обране вище обладнання підходить для вибору всіх комп'ютерів в системі. Для керуючих пристроїв необхідно використати більше оперативної пам'яті, так як на ці комп'ютери буде більше навантаження по об'єму даних. Тому оперативної пам'яті потребує по 4 модулі на кожний сервер, тобто по 128 ГБ оперативної пам'яті на кожний керуючий пристрій.

Подальше обираємо додаткове обладнання для керуючих пристроїв, котрих в системі буде чотири.

Вибір відеосистеми та пристроїв уведення-виведення для серверів

Відеокарта *Asus PCI-E GeForce RTX3070 Ti 12GB DDR6* на рис. 2.7.

Відеокарта *ASUS TUF Gaming GeForce RTX 3070 Ti OC Edition* у тестуваннях зарекомендувала себе з позитивного боку. Особливо мені сподобалася ефективна система охолодження, яка навіть за максимальної частоти обертання вентиляторів поводить себе дуже тихо, не кажучи вже про звичайне ігрове навантаження. При повсякденній експлуатації вона точно буде не помітна за межами корпусу. Також відзначаю металевий кожух та опорну пластину, наявність заводського розгону, відсутність сторонніх звуків у вигляді свисту дроселів та *LED*-підсвічування.

Переваги:

- тиха та продуктивна система охолодження;
- вентилятори на подвійному шарикопідшипнику;
- кожух та опорна пластина з металу;
- кулер переходить у пасивний режим за низького навантаження;
- відмінний рівень продуктивності;
- наявність заводського розгону;
- три профілю роботи;
- автоматичний процес збирання *Auto-Extreme Technology*;
- 144-годинне тестування на стабільність роботи.

Особливість:

- великі габарити

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



Рисунок 2.7 - Відеокарта *Asus PCI-E GeForce RTX3070 Ti 12GB DDR6*

Таблиця 2.8 – Таблиця характеристик відеокарти

Графічний чип	<i>GeForce RTX 3070Ti</i>
Обсяг пам'яті	12 ГБ
Тип пам'яті	<i>GDDR6</i>
Розрядність шини пам'яті	192 біт
Тип системи охолодження	Активна
Вартість	18750 грн

Монітор 24" *Samsung C24RG50FZI (LC24RG50FZIXCI)* на рис. 2.8.

Зацікавив цей монітор за багатьма характеристиками. Вигнутий екран, що дозволяє більш поглинутись в споживання або створення контенту. Краї вигнутого екрана знаходяться ближче до очей користувача, завдяки чому вдалося знизити напруження на очі, тому що їм простіше перефокусуватися від центру до країв зображення.

Плавна та чітка графіка, завдяки частоті оновлення в 144 Гц. Що забезпечує переваги в різних ігрових ситуаціях.

Спеціальні параметри. Можливість задати ідеальні параметри для своєї гри. Ігровий режим дає змогу оптимально підібрати гаму, контраст, різкість і кольоропередавання для будь-якого ігрового жанру. Режим низької затримки виведення (*Low Input Lag Mode*) мінімізує час обробленню сигналу та виведення зображення на екран.



Рисунок 2.8 – Монітор 24" Samsung C24RG50FZI

Таблиця 2.9 – Таблиця характеристик монітора

Діагональ дисплея	23.5"
Максимальна роздільна здатність дисплея	1920x1080 (<i>FullHD</i>)
Час реакції матриці	4 мс (<i>GtG</i>)
Яскравість дисплея	Стандартна: 250 кд/м ² Мінімальна: 200 кд/м ²
Тип матриці	VA
Контрастність дисплея	3000:1 (стандартна), 1000000:1 (динамічна)
Особливості	<i>Flicker-Free</i> , Вигнутий екран
Вартість	7499 грн.

Режим захисту очей (*Eye Saver Mode*) знижує яскравість блакитного світіння, запобігаючи втомі очей у разі тривалого використання. Технологія *Flicker Free* усуває мерехтіння, що відволікає і подразнює, щоб була змога довше фокусувати всю увагу на екрані, не напружуючи очі.

Клавіатура дротова *Logitech K280e USB (920-005215)* на рис 2.9.

Комфортна й безшумна клавіатура, розроблена, щоб зберегти продуктивність працівників упродовж усього дня.

Тип клавіатури – мембранна, також вона є дротовою. За відгуками вона довготривало працює на високому рівні, що забезпечено міцною конструкцією. Конструкція клавіатури вирізняється збільшеною міцністю. Клавіатуру протестовано на вологозахищеність, а клавіші, що витримують до 10 млн. натиснень, захищені від стирання, що скоротить запити від працівників щодо заміни клавіатури.

В клавіатурі вбудована підставка для зап'ястків і регульовні ніжки для похилого розміщення. Вона не заважає під час набирання, а в моменти відпочинку сприяє розслабленню кисті. Розміщення клавіатури «плазом» дає змогу тримати руки в більш нейтральному, прямому положенні, а якщо потрібен нахил, його завжди можна зробити й відрегулювати за допомогою ніжок.



Рисунок 2.9 – Клавіатура дротова *Logitech K280e USB (920-005215)*

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 2.10 – Таблиця характеристик клавіатури

Призначення	Для настільних ПК
Підключення	Дротове
Інтерфейс комунікації з ПК	<i>USB</i>
Тип клавіатури	Стандартна
Кількість додаткових клавіш	немає
Маніпулятор прокрутки	немає
Вартість	949 грн.

Миша *Logitech G102 Lightsync Black* (910-005823)

Ця миша мені сподобалась своїм стильним дизайном та підсвіткою. Як і клавіатура, миша дуже гарно себе показує протягом досить довгого часу використання.

Ліві і праві основні кнопки оснащені ексклюзивним металевим пружинним механізмом *Logitech G*, який забезпечує виключно точне і стабільне спрацьовування.

Класична 6-кнопкова конструкція миші забезпечує комфорт і точність рухів під час дослідження територій, читання заклинань і розробки стратегій гри. За допомогою ПО *Logitech G-HUB* можна призначати внутрі ігрові команди, контролювати процес управління системою і виконувати настройку функціональних клавіш, що значно спростить процес використання.



Рисунок 2.10 – Миша *Logitech G102 Lightsync Black*

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 2.11 – Таблиця характеристик миші

Підключення	Дротове
Інтерфейс комунікації з ПК	USB
Тип сенсора	оптичний
Роздільна здатність	8000 dpi
Кількість кнопок	6
Вартість	1350 грн.

Вартість всієї комплектації = 80000 грн.

Середня продуктивність комп'ютера розраховують за формулою:

$$P_{сер} = k_1 * k_2 * f_{сер}, \quad (3.1)$$

де: k_1 – кількість ядер процесору;
 k_2 – кількість операцій за один такт;
 $f_{сер}$ – середня частота процесора

Підставимо дані в формулу і отримаємо

$$P_{сер} = 16 * 8 * 3,8 \text{ ГГц} = 480 \text{ ГФлопс}$$

Ефективність комп'ютера можна розрахувати за формулою:

$$E_k = P_{сер} / (C_{комп} + C_{експл}) \quad (3.2)$$

де $P_{сер}$ – продуктивність комп'ютера
 $C_{комп}$ – загальна вартість комп'ютера
 $C_{експл}$ – експлуатація

$$E_k = 480 \text{ ГФлопс} / (80000 + 8000) \text{ грн.} = 5,5 \text{ МФлопс/грн}$$

Для побудови обчислювальних кластерів використовують найрізноманітніше мережне обладнання. Використовуване обладнання характеризують зазвичай двома параметрами. Пропускна здатність. Це швидкість передачі даних між двома вузлами після того, як зв'язок

встановлено. Виробник зазвичай заявляє пікову пропускну здатність в 1,5-2 рази вище за ту, яка реально спостерігається в додатках.

Латентність. Це середній час між викликом функції передачі даних і самою передачею. Час витрачається на адресацію інформації, спрацьовування проміжних мережевих пристроїв, інші накладні витрати, що виникають при передачі даних. У нашому випадку комп'ютерна система буде побудована за топологією «Тор». В цій топології кожний вузол комп'ютерної системи пов'язані з чотирма сусідніми вузлами.

Для реалізації мети проекту – підвищення надійності й швидкодії комп'ютерної системи пропоную використовувати високошвидкісний зв'язок між системними платами за технологією *SCI*. Технологія *SCI* – стандартизована технологія (*ANSI/IEEE 1596*). Крім стандартного мережного середовища, *SCI* підтримує побудову систем з поділюваною пам'яттю й когерентністю кеш-пам'яті. На комунікаційній технології *SCI* засновані кластерні системи компанії *SCALI Computer*, системи сімейства *hpcLine* компанії *Siemens*, а також *cc-NUMA*-сервера *Data General* і *Sequent*. Технологія *SCI* також використовувалася для зв'язку гіпервузлів у системах *HP/Convex Exemplar X-class*.

Пропускна здатність технології *SCI* досягає 10 Гбіт/с. Для реалізації технології *SCI* для кожного комп'ютера потрібно два *SCI*-адаптера, які підключаються до шини *PCI-Ex4*. Для з'єднання плат використовуємо *SCI* кабель довжиною 3; 6 та 10 метрів.

Вибір та налаштування операційної системи для проектованої КС.

Для проектованої комп'ютерної системи була обрана операційна система *Red Hat Enterprise Linux*. Кластерні системи забезпечують надійність, масштабованість і доступність критично важливих служб. Використовуючи *Red Hat Cluster Manager*, адміністратори можуть створювати кластери високого ступеня доступності для файлових і *Web*-серверів, баз даних і т.д.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.4.3</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір джерела безперебійного живлення. Як додаткове устаткування, застосовуваного в системі, необхідно використовувати джерело безперебійного живлення (ДБЖ).

У таблиці 2.11 приводиться вибір необхідного устаткування для захисту системи від збоїв в електромережі.

Вибираємо систему джерела безперебійного живлення з двох ДБЖ типу *APC Smart-UPS 25000 Rackmount 5U*.

Таблиця 2.11 – Джерело безперебійного живлення

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

Детальніше:

- тип – лінійно-інтерактивний (*line-interactive*), забезпечує стабілізацію напруги на виході при цьому частоти на вході і виході збігаються;
- вихідна потужність 25000 Вт;
- час зарядки батареї – 8 годин;
- час роботи при неповному навантажуванні складає 15 хвилин;
- своєчасне попередження про зміну батареї;
- автоматичний запуск у разі відсутності напруги в мережі;
- інтерфейси – *RS-232, USB*;
- розташування розеток – на задній панелі;
- вага – 80 кг;
- робоча температура – 0 – 40 °С.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Вибір топології комп'ютерної системи

Для проектованої комп'ютерної системи була обрана топологія «гіперкуб». Гіперкуб (*hypercube*) – дана топологія є окремим випадком структури решітки, коли по кожній розмірності сітки є тільки два процесори (тобто гіперкуб містить $2N$ процесорів при розмірності N) [4].

Топологія гіперкуба досить поширена практично при поєднанні паралельних процесорів. Лінія, що з'єднує два вузли, визначає одномірний гіперкуб. Квадрат, утворений чотирма вузлами – двовимірний гіперкуб, а куб із восьми вузлів – тривимірний гіперкуб і т.д. З цього ряду впливає алгоритм отримання n -мірного гіперкуба: почати з $(n-1)$ -мірного гіперкуба, зробити його ідентичну копію, а потім додати зв'язки між кожним вузлом вихідного гіперкуба та однойменним вузлом копії. Гіперкуб розмірності $n = \log_2 N$ має такі показники: $D = n$; $d = n$; $I = nN/2$; $B = N/2$. Збільшення розмірності гіперкуба на одиницю веде до подвоєння числа його вузлів, збільшення порядку вузлів та діаметру мережі на одиницю.

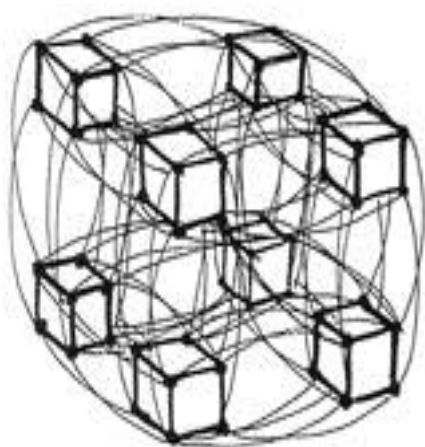
Обмін повідомленнями в гіперкубі базується на подвійному поданні номерів вузлів. Нумерація вузлів робиться так, що для будь-якої пари суміжних вузлів двійкове представлення номерів цих вузлів відрізняється лише в одній позиції. У силу сказаного, вузли 0010 та 0110 – сусіди, а вузли 0110 та 0101 такими не є.

Номери вузлів є основою маршрутизації повідомлень у гіперкубі. Такі номери в n -мірному гіперкубі складаються з n бітів, а пересилання повідомлення з одного вузла до іншого виконується за n кроків. На кожному кроці вузол може або зберегти повідомлення і не пересилати його далі до наступного кроку, або відправити його далі однією з ліній. На кроці i вузол, що зберігає повідомлення, порівнює i -й біт свого номера з i -м бітом номера вузла призначення. Якщо вони збігаються, просування повідомлення припиняється, якщо ні - повідомлення передається вздовж лінії i -го

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірювання. Лінією i -го виміру вважається та, яка була додана на етапі побудови i -мірного гіперкуба з двох $(i-1)$ -мірних.

Створення гіперкуба за великої кількості процесорів вимагає збільшення порядку вузлів, що з великими технічними проблемами. Компромісне рішення, що дещо збільшує діаметр мережі при збереженні базової структури, являє собою куб з циклічно з'єднаних вузлів. Тут порядок вузла дорівнює трьом за будь-якого розміру мережі.



6-D cubes

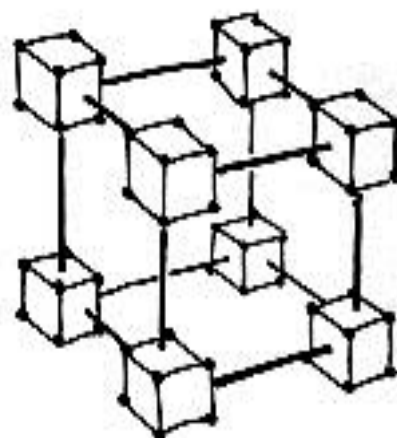


Рисунок 2.11 – Топологія 6D-куб

У подібній структурі елементи крім отримання власних даних повинні забезпечувати маршрутизацію інших пакетів, передаючи їх до адресата за заданим маршрутом.

Така мережна топологія найбільш підходить для побудови комп'ютерної системи високої надійності. Технологія передачі даних, яка буде використовуватись для з'єднання між комп'ютерами: *SCI*. Ця технологія не потребує ніяких додаткових комутуючих пристроїв.

Всі вузли комп'ютерної системи будуть з'єднуватись між собою за допомогою мережної технології *SCI*. Використання цієї технології дозволить вузлам системи обробляти та передавати дані між собою з великою швидкістю.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

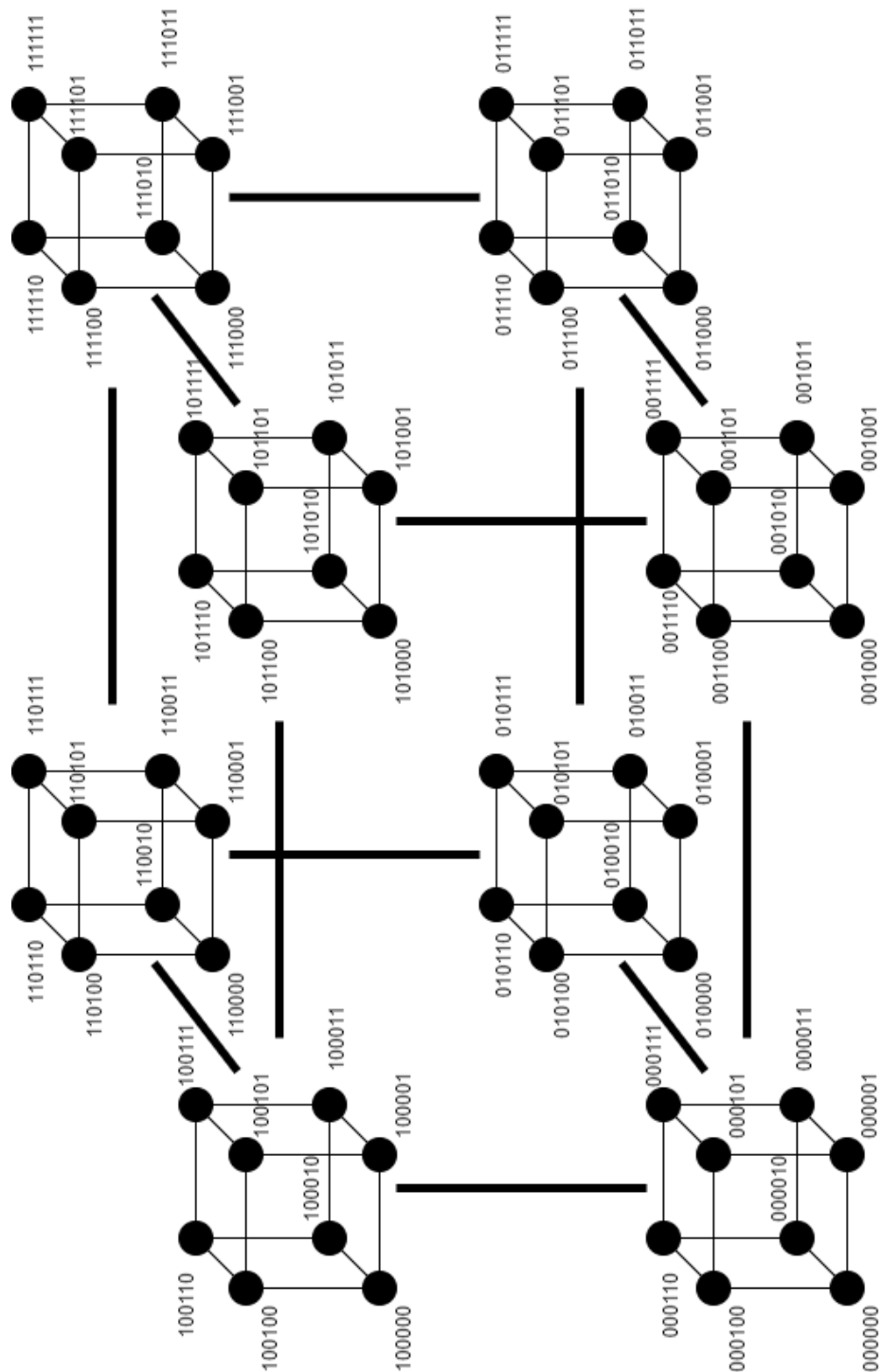


Рисунок 2.12 – Структурна схема комп'ютерної системи 6D-куб

Побудуємо схему зв'язку між серверами та зовнішньою пам'яттю комп'ютерної системи. Схема представлена на рисунку 2.13. Така топологія має високу відмовостійкість і надійність, що необхідно при побудові обчислювальної системи. Одним з недоліків цієї топології є складність прокладки та налаштування такої системи.

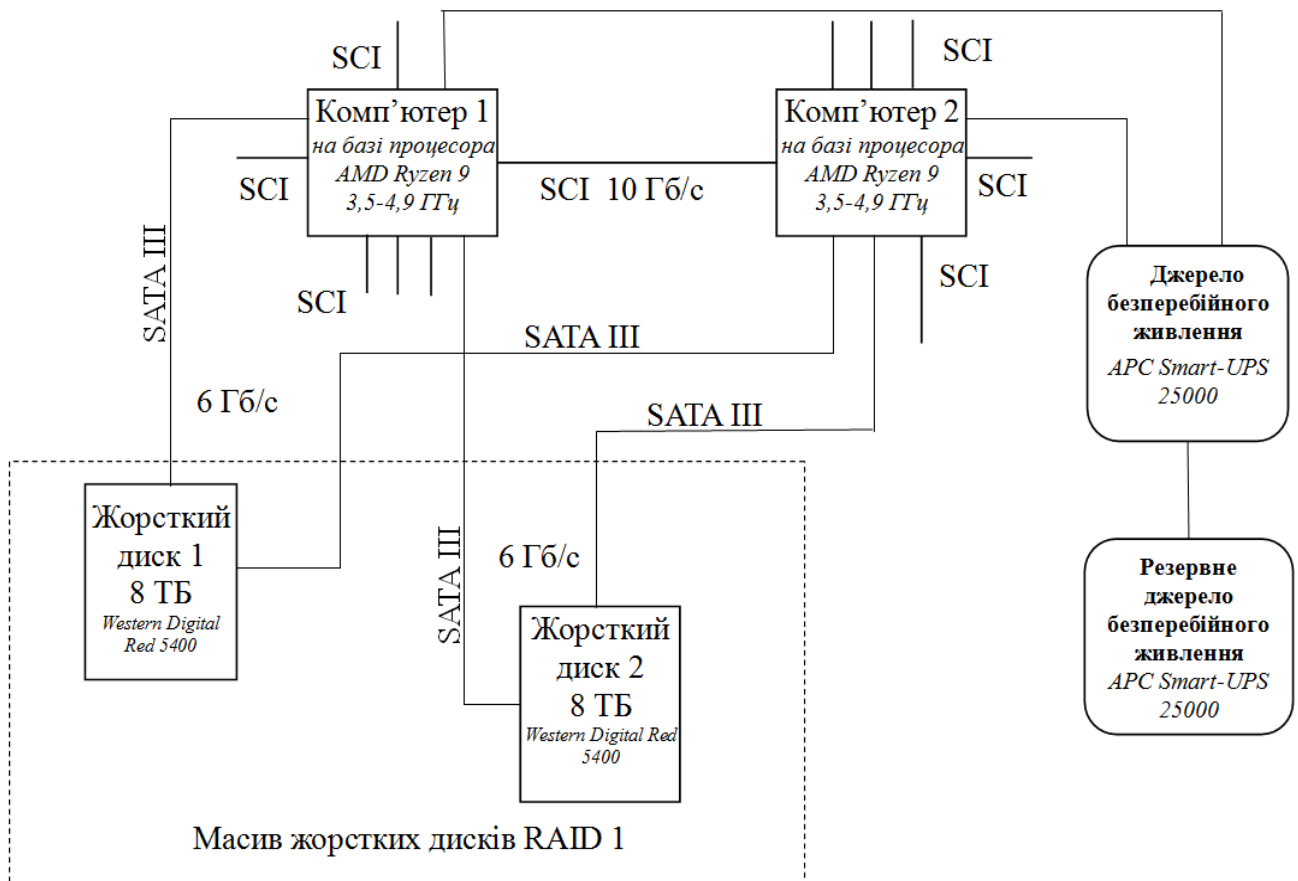


Рисунок 2.13 – Схема зв'язку між серверами та зовнішньою пам'яттю

Перевагами цієї топології комп'ютерних систем є:

- велика масштабованість;
- велика швидкість передачі даних;
- низька латентність;
- висока надійність системи.

Вимоги до зберігання інформації у комп'ютерній системі

Для проектованої комп'ютерної системи будемо використовувати масив *RAID 1* для підвищення високої надійності комп'ютерної системи. Масив даних буде з'єднуватись з двома керуючими пристроями комп'ютерної системи. Для побудови зв'язку між керуючим пристроєм та масивом зберігання даних буде використаний інтерфейс *SATA III*. Обираємо для масиву два жорстких диска *Western Digital Red* об'ємом 8 ТБ кожний.

3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ГРІД

3.1 Розрахунок коефіцієнта прискорення в комп'ютерній системі

Наявність послідовних частин коду. Закон Амдаля і його наслідки.
Нехай f – це частка послідовних обчислень, $0 < f < 1$. Максимальне прискорення K_n , досягне на обчислювальній системі з N процесорів, можна оцінити за допомогою наступної формули, закону Амдаля [4]:

$$K_n \leq \frac{1}{f + (1-f) * N^{-1}}. \quad (3.1)$$

Змінюючи частку послідовних обчислень f від 0 до 1 з шагом 0,04 проведемо наступні обчислення.

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

$$K_n < \frac{1}{f}. \quad (3.2)$$

Таким чином, якщо наприклад половина коду виконуються послідовно, то більш ніж в 2 рази код прискорити в принципі неможливо ні на якій паралельній обчислювальній системі. Крім того із закону Амдала виходить, що

$$f \leq \frac{N - K_n}{K_n(N - 1)}, \quad (3.3)$$

тобто якщо, наприклад, необхідно на 10 процесорах дістати прискорення в 9 разів, то необхідно, щоб 99 % коду виконувалося паралельно ($f=1,2$ %).

$$1. K_n = \frac{1}{0 + (1-0) * 64^{-1}} = 64$$

$$2. K_n = \frac{1}{0,04 + (1-0,04) * 64^{-1}} \approx 18,181$$

$$3. K_n = \frac{1}{0,08 + (1-0,08) * 64^{-1}} \approx 10,596$$

$$4. K_n = \frac{1}{0,12 + (1-0,12) * 64^{-1}} \approx 7,476$$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$5. K_n = \frac{1}{0,16+(1-0,16)*64^{-1}} \approx 5,776$$

$$6. K_n = \frac{1}{0,2+(1-0,2)*64^{-1}} \approx 4,705$$

$$7. K_n = \frac{1}{0,24+(1-0,24)*64^{-1}} \approx 3,970$$

$$8. K_n = \frac{1}{0,28+(1-0,28)*64^{-1}} \approx 3,433$$

$$9. K_n = \frac{1}{0,32+(1-0,32)*64^{-1}} \approx 3,024$$

$$10. K_n = \frac{1}{0,36+(1-0,36)*64^{-1}} \approx 2,702$$

$$11. K_n = \frac{1}{0,4+(1-0,4)*64^{-1}} \approx 2,442$$

$$12. K_n = \frac{1}{0,44+(1-0,44)*64^{-1}} \approx 2,228$$

$$13. K_n = \frac{1}{0,48+(1-0,48)*64^{-1}} \approx 2,048$$

$$14. K_n = \frac{1}{0,52+(1-0,52)*64^{-1}} \approx 1,895$$

$$15. K_n = \frac{1}{0,56+(1-0,56)*64^{-1}} \approx 1,764$$

$$16. K_n = \frac{1}{0,6+(1-0,6)*64^{-1}} \approx 1,649$$

$$17. K_n = \frac{1}{0,64+(1-0,64)*64^{-1}} \approx 1,548$$

$$18. K_n = \frac{1}{0,68+(1-0,68)*64^{-1}} \approx 1,459$$

$$19. K_n = \frac{1}{0,72+(1-0,72)*64^{-1}} \approx 1,380$$

$$20. K_n = \frac{1}{0,76+(1-0,76)*64^{-1}} \approx 1,309$$

$$21. K_n = \frac{1}{0,8+(1-0,8)*64^{-1}} \approx 1,245$$

$$22. K_n = \frac{1}{0,84+(1-0,84)*64^{-1}} \approx 1,187$$

$$23. K_n = \frac{1}{0,88+(1-0,88)*64^{-1}} \approx 1,134$$

$$24. K_n = \frac{1}{0,92+(1-0,92)*64^{-1}} \approx 1,085$$

$$25. K_n = \frac{1}{0,96+(1-0,96)*64^{-1}} \approx 1,041$$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$26. K_n = \frac{1}{1+(1-1)*64^{-1}} = 1$$

Таблиця 3.1 - Таблиця коефіцієнту прискорення

f	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32
Kn	64	18,18182	10,59603	7,476636	5,776173	4,705882	3,970223	3,433476	3,024575
f	0,36	0,4	0,44	0,48	0,52	0,56	0,6	0,64	0,68
Kn	2,702703	2,442748	2,228412	2,048656	1,895735	1,764057	1,649485	1,548887	1,459854
f	0,72	0,76	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	1	
Kn	1,3805	1,309329	1,245136	1,186944	1,133948	1,085482	1,040989	1	

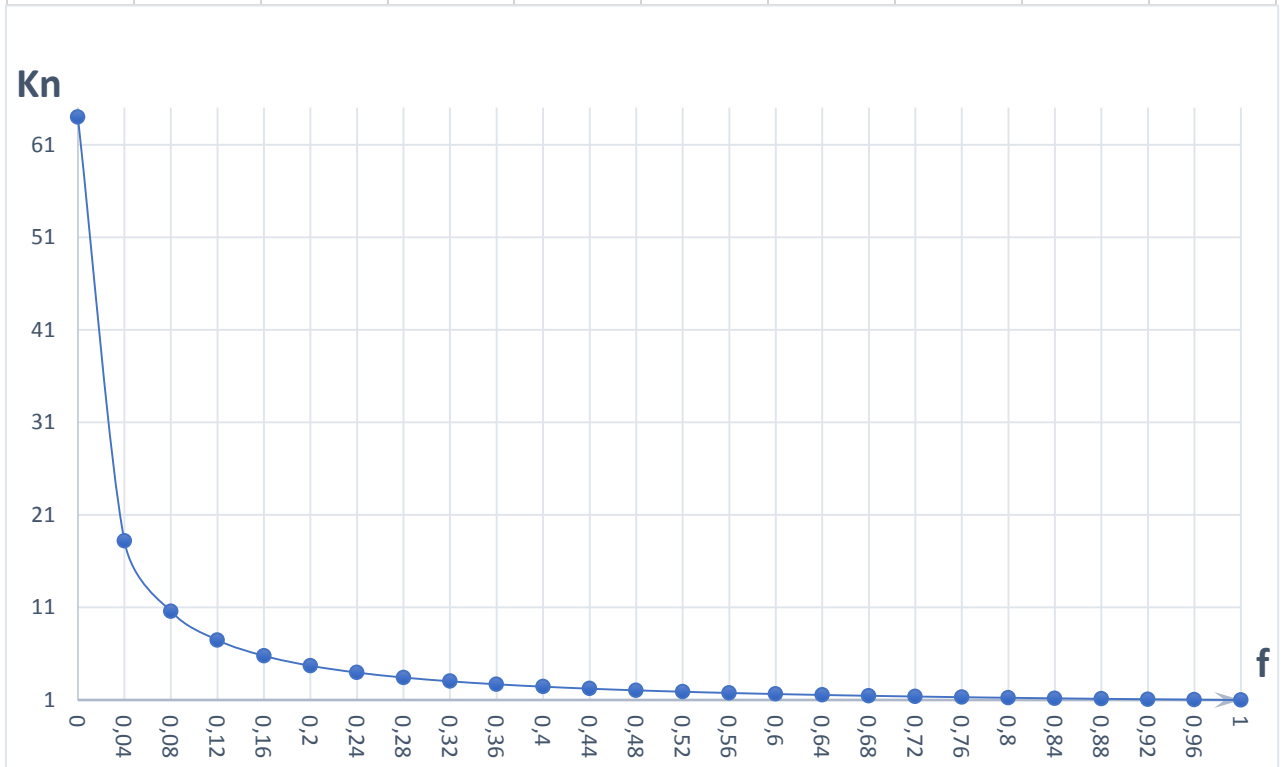


Рисунок 3.1 – Графік коефіцієнту прискорення

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

3.2 Розрахунок функції надійності та відновлення комп'ютерних систем

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

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

Середній час безвідмовної роботи однієї ЕОМ, знаходиться по формулі:

$$\theta = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0062} \approx 161,290 \text{ (год)} \quad (3.5)$$

Для розрахунку формули (5.1), треба розрахувати $t_{к1}$:

$$t_{к1} = m * \theta = 5 * 161,290 \approx 806,45 \text{ (год)} \quad (3.6)$$

Розрахуємо функцію надійності для ЕОМ в різних значеннях t , і занесемо дані до таблиці (3.2):

1. $r(0) = e^{-0.0062*0} = 1$
2. $r(40,322) = e^{-0.0062*40,322} \approx 0,779$
3. $r(80,644) = e^{-0.0062*80,644} \approx 0,606$
4. $r(120,966) = e^{-0.0062*120,966} \approx 0,472$
5. $r(161,288) = e^{-0.0062*161,288} \approx 0,368$
6. $r(201,610) = e^{-0.0062*201,610} \approx 0,286$
7. $r(241,932) = e^{-0.0062*241,932} \approx 0,223$
8. $r(282,254) = e^{-0.0062*282,254} \approx 0,174$
9. $r(322,576) = e^{-0.0062*322,576} \approx 0,135$
10. $r(362,898) = e^{-0.0062*362,898} \approx 0,105$
11. $r(403,22) = e^{-0.0062*403,22} \approx 0,082$
12. $r(443,542) = e^{-0.0062*443,542} \approx 0,063$
13. $r(483,864) = e^{-0.0062*483,864} \approx 0,049$
14. $r(524,186) = e^{-0.0062*524,186} \approx 0,038$
15. $r(564,508) = e^{-0.0062*564,508} \approx 0,030$
16. $r(604,830) = e^{-0.0062*604,830} \approx 0,023$
17. $r(645,152) = e^{-0.0062*645,152} \approx 0,018$
18. $r(685,474) = e^{-0.0062*685,474} \approx 0,014$
19. $r(725,796) = e^{-0.0062*725,796} \approx 0,011$
20. $r(766,118) = e^{-0.0062*766,118} \approx 0,008$
21. $r(806,45) = e^{-0.0062*806,45} \approx 0,006$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 3.2 - Функція надійності однієї ЕОМ

t, год	0	40,322	80,644	120,966	161,288	201,61	241,932	282,254	322,576
r(t)	1	0,778804	0,606535	0,472372	0,367885	0,28651	0,223135	0,173778	0,135339
t, год	362,898	403,22	443,542	483,864	524,186	564,508	604,83	645,152	685,474
r(t)	0,105403	0,082088	0,06393	0,049789	0,038776	0,030199	0,023519	0,018317	0,014265
t, год	725,796	766,118	806,45						
r(t)	0,011111	0,008652	0,006738						

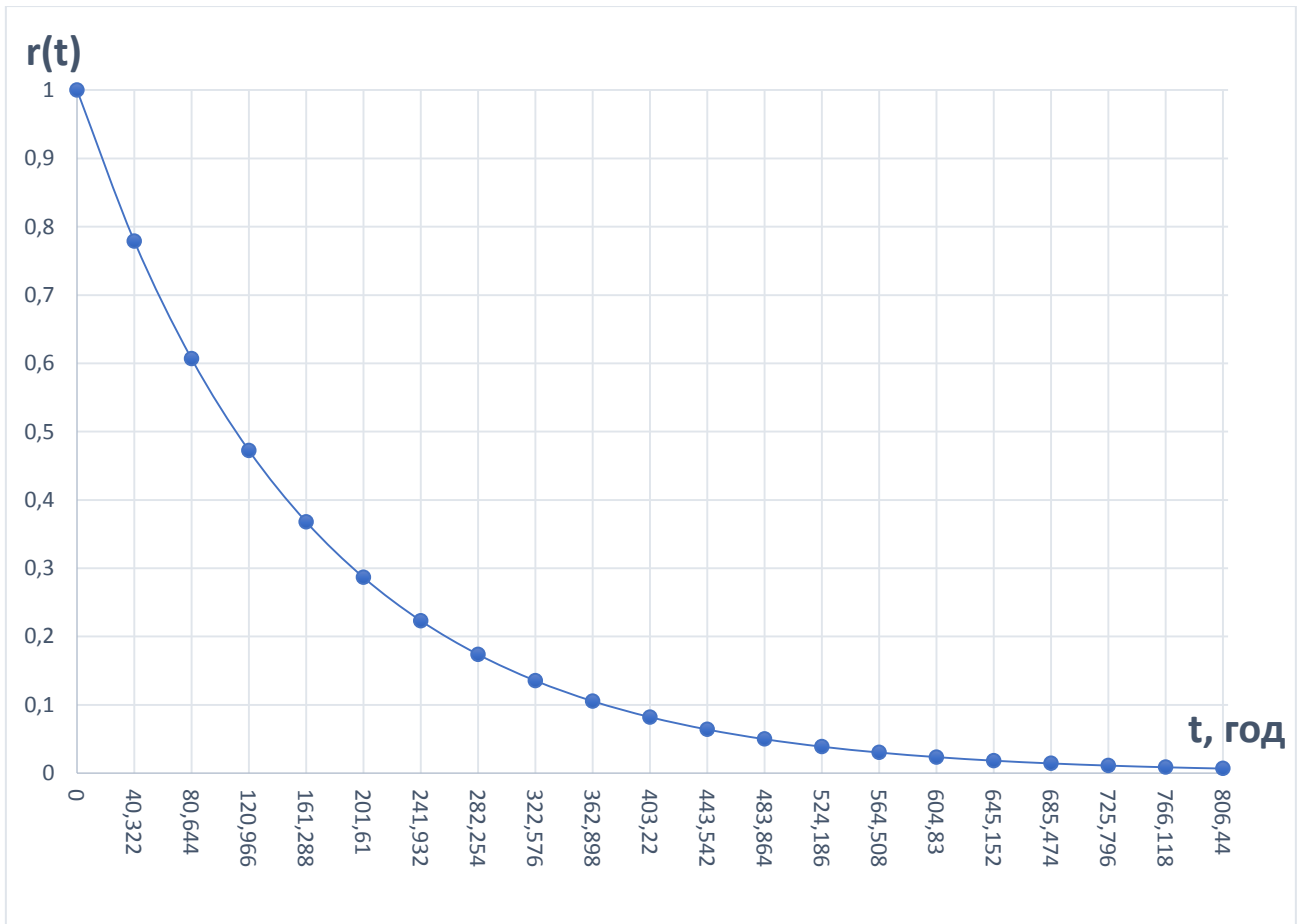


Рисунок 3.2 – Графік функції надійності однієї ЕОМ

Розрахуємо функцію надійності комп'ютерної системи по формулі:

$$R(t) = e^{-\Lambda t} \quad (3.7)$$

де Λ - інтенсивність потоку відмов комп'ютерної системи. Λ знаходиться по формулі:

$$\Lambda = N\lambda = 64 * 0,0062 \approx 0,396 \text{ (1/год)} \quad (3.8)$$

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

$$\theta = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,396} \approx 2,52 \text{ (год)} \quad (3.9)$$

Для того, щоб розрахувати $R(t)$, треба розрахувати $t_{к2}$:

$$t_{к2} = 5 * \theta = 5 * 2,52 \approx 12,6 \text{ (год)} \quad (3.10)$$

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

1. $R(0) = e^{-64*0.0062*0} = 1$
2. $R(0,63) = e^{-64*0.0062*0,63} \approx 0,778$
3. $R(1,26) = e^{-64*0.0062*1,26} \approx 0,606$
4. $R(1,89) = e^{-64*0.0062*1,89} \approx 0,472$
5. $R(2,52) = e^{-64*0.0062*2,52} \approx 0,367$
6. $R(3,15) = e^{-64*0.0062*3,15} \approx 0,286$
7. $R(3,78) = e^{-64*0.0062*3,78} \approx 0,223$
8. $R(4,41) = e^{-64*0.0062*4,41} \approx 0,173$
9. $R(5,04) = e^{-64*0.0062*5,04} \approx 0,135$
10. $R(5,67) = e^{-64*0.0062*5,67} \approx 0,105$
11. $R(6,3) = e^{-64*0.0062*6,3} \approx 0,082$
12. $R(6,93) = e^{-64*0.0062*6,93} \approx 0,063$
13. $R(7,56) = e^{-64*0.0062*7,56} \approx 0,049$
14. $R(8,19) = e^{-64*0.0062*8,19} \approx 0,038$
15. $R(8,82) = e^{-64*0.0062*8,82} \approx 0,030$
16. $R(9,45) = e^{-64*0.0062*9,45} \approx 0,023$
17. $R(10,08) = e^{-64*0.0062*10,08} \approx 0,018$
18. $R(10,71) = e^{-64*0.0062*10,71} \approx 0,014$
19. $R(11,34) = e^{-64*0.0062*11,34} \approx 0,011$
20. $R(11,97) = e^{-64*0.0062*11,97} \approx 0,008$
21. $R(12,6) = e^{-64*0.0062*12,6} \approx 0,006$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 3.3 - Функція надійності комп'ютерної системи

t, год	0	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,78	4,41	5,04
R(t)	1	0,778813244	0,60655	0,472389	0,367903	0,286528	0,223152	0,173793	0,135353
t, год	5,67	6,3	6,93	7,56	8,19	8,82	9,45	10,08	10,71
R(t)	0,105414403	0,082098133	0,063939	0,049797	0,038782	0,030204	0,023523	0,01832	0,014268
t, год	11,34	11,97	12,6						
R(t)	0,011112196	0,008654326	0,00674						

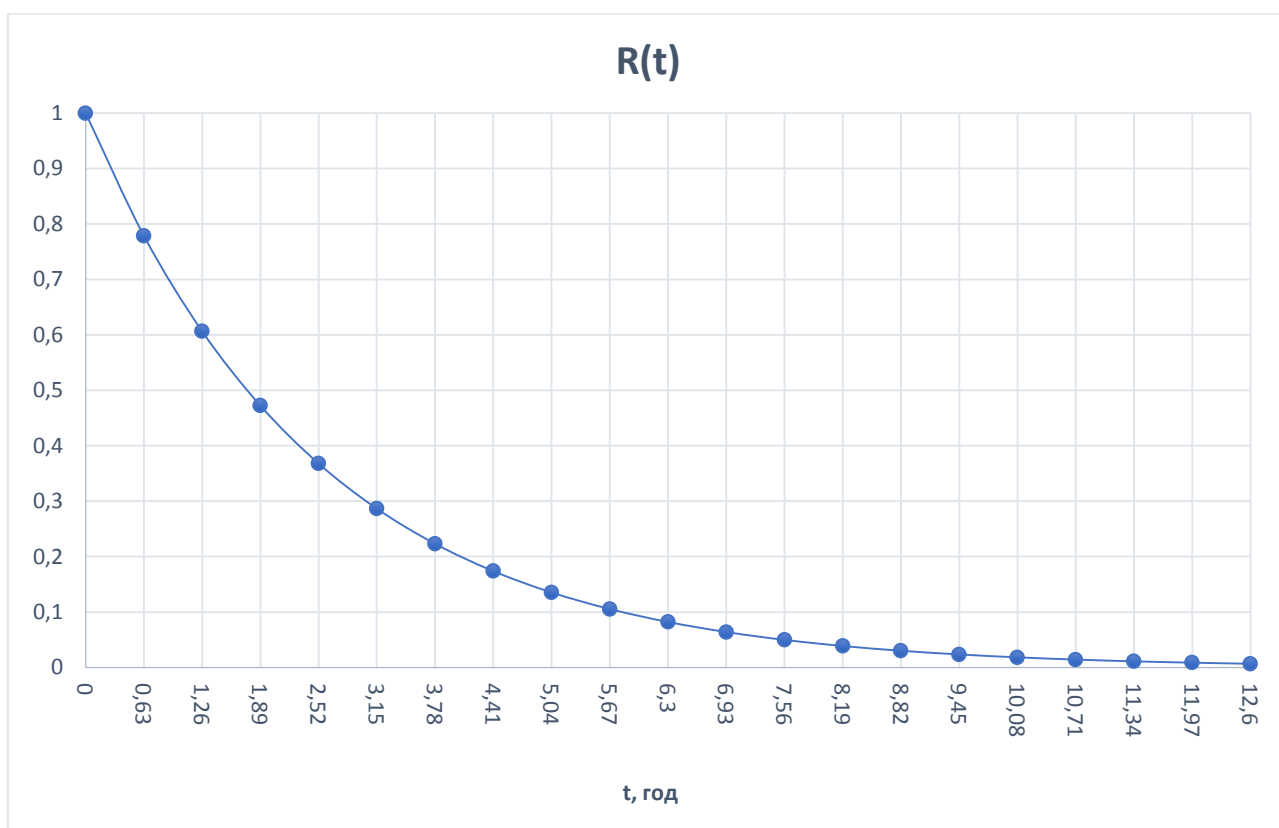


Рисунок 3.3 – Графік функції надійності комп'ютерної системи

Функція відновлення

Функцію відновлення ЕОМ визначаємо по формулі:

$$u(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (3.11)$$

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

$$t_{\text{відн.}} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{2,45} \approx 0,408 \text{ (год)} \quad (3.12)$$

Розрахуємо параметри функції відновлення:

$$t_{\text{кз}} = 5 * t_{\text{відн.}} = 5 * 0,408 \approx 2,04 \text{ (год)} \approx 122,4 \text{ (хв)} \quad (3.13)$$

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

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. $u(0) = 1 - e^{-2.45 \cdot 0} = 0$
2. $u\left(\frac{6,12}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 6,12/60} \approx 0,221$
3. $u\left(\frac{12,24}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 12,24/60} \approx 0,393$
4. $u\left(\frac{18,36}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 18,36/60} \approx 0,527$
5. $u\left(\frac{24,48}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 24,48/60} \approx 0,631$
6. $u\left(\frac{30,6}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 30,6/60} \approx 0,713$
7. $u\left(\frac{36,72}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 36,72/60} \approx 0,776$
8. $u\left(\frac{42,84}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot \frac{42,84}{60}} \approx 0,826$
9. $u\left(\frac{48,96}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 48,96/60} \approx 0,864$
10. $u\left(\frac{55,08}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 55,08/60} \approx 0,894$
11. $u\left(\frac{61,2}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 61,2/60} \approx 0,917$
12. $u\left(\frac{67,32}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 67,32/60} \approx 0,936$
13. $u\left(\frac{73,44}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 73,44/60} \approx 0,95$
14. $u\left(\frac{79,56}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 79,56/60} \approx 0,961$
15. $u\left(\frac{85,68}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 85,68/60} \approx 0,969$
16. $u\left(\frac{91,8}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 91,8/60} \approx 0,976$
17. $u\left(\frac{97,92}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 97,92/60} \approx 0,981$
18. $u\left(\frac{104,04}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 104,04/60} \approx 0,985$
19. $u\left(\frac{110,16}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 110,16/60} \approx 0,988$
20. $u\left(\frac{116,28}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 116,28/60} \approx 0,991$
21. $u\left(\frac{122,4}{60}\right) = 1 - e^{-2.45 \cdot 122,4/60} \approx 0,993$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 3.4 – Функція відновлення однієї ЕОМ

t, хв	0	6,12	12,24	18,36	24,48	30,6	36,72
u(t)	0	0,22112	0,393348	0,527492	0,6319734	0,7133519	0,776736
t, хв	42,84	48,96	55,08	61,2	67,32	73,44	79,56
u(t)	0,8261044	0,86456	0,894506	0,917833	0,9360018	0,9501532	0,961175
t, хв	85,68	91,8	97,92	104,04	110,16	116,28	122,4
u(t)	0,9697603	0,97645	0,981655	0,985711	0,988871	0,9913319	0,993249

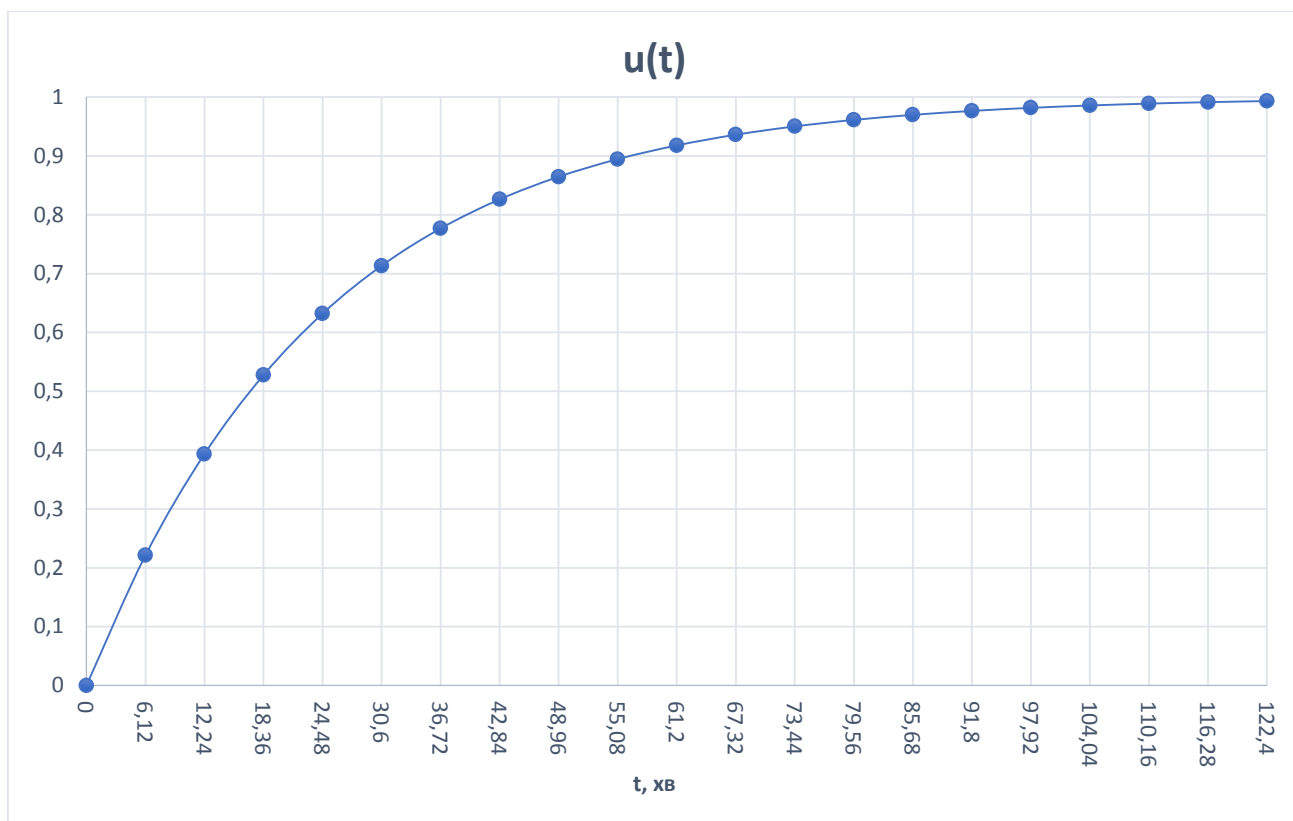


Рисунок 3.4 – Графік функції відновлення однієї ЕОМ

Знайдемо функцію відновлення комп'ютерної системи по формулі:

$$U(t) = 1 - e^{-m\mu t} \quad (3.14)$$

Знайдемо $t_{\text{відн2}}$ комп'ютерної системи за формулою:

$$t_{\text{відн2}} = \frac{1}{m\mu} = \frac{1}{5 \cdot 2,45} \approx 0,081 \text{ (год)} \quad (3.15)$$

Розрахуємо параметри функції відновлення:

$$t_{\text{к4}} = 5 * t_{\text{відн2}} = 5 * 0,081 \approx 0,405 \text{ (год)} \approx 24,3 \text{ (хв)} \quad (3.16)$$

Розрахуємо функцію відновлення комп'ютерної системи в різних значеннях t , і занесемо дані до таблиці (3.5): $U(0) = 1 - e^{-5 \cdot 2,45 \cdot 0} \approx 0$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. $U\left(\frac{1,215}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 1,215/60} \approx 0,219$
2. $U\left(\frac{2,43}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 2,43/60} \approx 0,391$
3. $U\left(\frac{3,645}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 3,645/60} \approx 0,524$
4. $U\left(\frac{4,86}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 4,86/60} \approx 0,629$
5. $U\left(\frac{6,075}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 6,075/60} \approx 0,710$
6. $U\left(\frac{7,29}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 7,29/60} \approx 0,774$
7. $U\left(\frac{8,505}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 8,505/60} \approx 0,823$
8. $U\left(\frac{9,72}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 9,72/60} \approx 0,862$
9. $U\left(\frac{10,935}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 10,935/60} \approx 0,892$
10. $U\left(\frac{12,15}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 12,15/60} \approx 0,916$
11. $U\left(\frac{13,365}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 13,365/60} \approx 0,934$
12. $U\left(\frac{14,58}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 14,58/60} \approx 0,949$
13. $U\left(\frac{15,795}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 15,795/60} \approx 0,960$
14. $U\left(\frac{17,01}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 17,01/60} \approx 0,968$
15. $U\left(\frac{18,225}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 18,225/60} \approx 0,975$
16. $U\left(\frac{19,44}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 19,44/60} \approx 0,981$
17. $U\left(\frac{20,655}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 20,655/60} \approx 0,985$
18. $U\left(\frac{21,87}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 21,87/60} \approx 0,988$
19. $U\left(\frac{23,085}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 23,085/60} \approx 0,991$
20. $U\left(\frac{24,3}{60}\right) = 1 - e^{-5 \cdot 2.45 \cdot 24,3/60} \approx 0,992$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 3.5 - Функція відновлення комп'ютерної системи

t, хв	0	1,215	2,43	3,645	4,86	6,075	7,29	8,505	9,72
U(t)	0	0,219689	0,391114	0,52488	0,629258	0,710706	0,774261	0,823853	0,862551
t, хв	10,935	12,15	13,365	14,58	15,795	17,01	18,225	19,44	20,655
U(t)	0,892747	0,916309	0,934695	0,949042	0,960237	0,968972	0,975789	0,981108	0,985258
t, хв	21,87	23,085	24,3						
U(t)	0,988497	0,991024	0,992996						

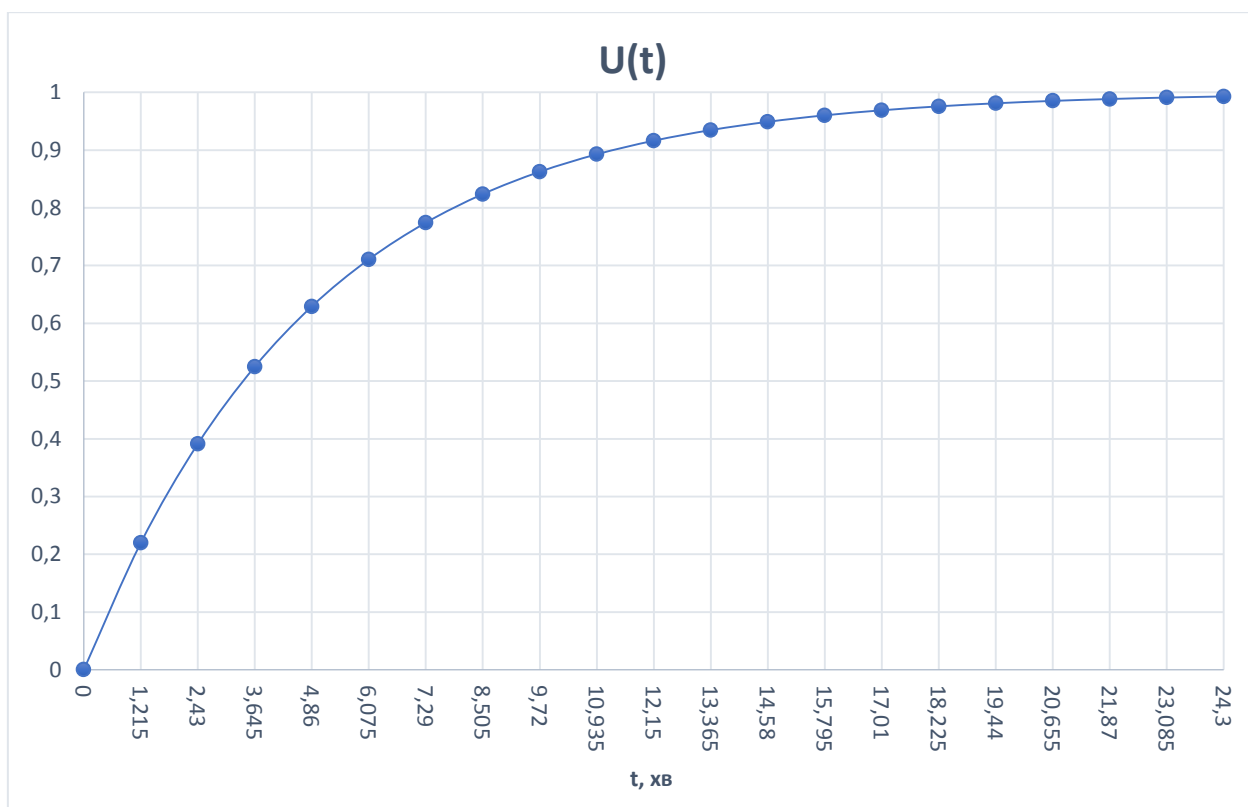


Рисунок 3.5 – Графік функції відновлення комп'ютерної системи

Розрахуємо коефіцієнт готовності ЕОМ за формулою:

$$s = \lim_{t \rightarrow \infty} s(i, t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{2,45}{0,0062 + 2,45} \approx 0,997 \quad (3.17)$$

Розрахуємо коефіцієнт готовності КС за формулою:

$$S = \frac{m\mu}{N\lambda + m\mu} = \frac{5 \cdot 2,45}{64 \cdot 0,0062 + 5 \cdot 2,45} \approx 0,965 \quad (3.18)$$

Щоб розрахувати максимальну продуктивність КС, треба скористатися формулою:

$$\Omega_{\text{макс}} = \omega N = 480 \cdot 64 \approx 30,7 \text{ (Тфлопс)} \quad (3.19)$$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\Omega_{\text{сер}} = \omega N s = 480 * 64 * 0.997 \approx 30,6 \text{ (Тфлопс)} \quad (3.20)$$

Для оцінки реальної продуктивності КС треба скористатися формулою:

$$Kn=18,181 \text{ при } f=0,05$$

$$\Omega_{\text{реал}} = \omega * Kn * s = 480 * 18,181 * 0,997 \approx 8,7 \text{ (Тфлопс)} \quad (3.21)$$

3.3 Експрес-аналіз функціонування комп'ютерних систем

Математичне очікування числа працездатних ЕМ у системі

Стационарний режим; \dot{N} – середнє число працездатних ЕМ у системі при тривалій її експлуатації. Розрахунок виконується по формулі:

$$\dot{N} = \begin{cases} \frac{N\mu}{\lambda+\mu}, \text{ якщо } N\lambda \leq m\mu \\ \frac{m\mu}{\lambda}, \text{ в іншому випадку} \end{cases} \quad (3.22)$$

У нашому випадку, $N\lambda \approx 0,3968$, а $m\mu \approx 12,25$, умова $N\lambda \leq m\mu$ виконується, тому розрахуємо математичне очікування числа у стаціонарному режимі по першій формулі:

$$\dot{N} = \frac{64*2,45}{0,0062+2,45} \approx 64 \quad (3.23)$$

Перехідний режим; $\dot{N}(i; t)$ – середнє число працездатних ЕМ у момент $t \geq 0$ у системі, що почала функціонувати в стані i , $0 \leq i \leq N$. Розрахунок здійснюється по формулі:

$$\dot{N}(i; t) = \begin{cases} \frac{N\mu}{\lambda+\mu} + \frac{i\lambda - (N-i)\mu}{\lambda+\mu} e^{-(\lambda+\mu)t}, (N - m) \leq i \leq N, \text{ якщо } N\lambda \leq m\mu \\ \frac{m\mu}{\lambda} + \frac{i\lambda - m\mu}{\lambda} e^{-\lambda t}, 0 \leq i \leq (N - m), \text{ якщо } N\lambda > m\mu \end{cases} \quad (3.24)$$

Для розрахунку візьмемо $i = 63$. Так як у нашому випадку $N\lambda \leq m\mu$ то розрахуємо функцію перехідного режиму в різних значеннях t і занесем дані до таблиці (5.5):

$$\dot{N}(i; t) = \frac{N\mu}{\lambda+\mu} + \frac{i\lambda - (N-i)\mu}{\lambda+\mu} e^{-(\lambda+\mu)t} \quad (3.25)$$

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. $\dot{N}(63; 0) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0} = 63$
2. $\dot{N}(63; 0,12) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,12} \approx 63,214$
3. $\dot{N}(63; 0,24) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,24} \approx 63,373$
4. $\dot{N}(63; 0,36) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,36} \approx 63,492$
5. $\dot{N}(63; 0,48) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,48} \approx 63,58$
6. $\dot{N}(63; 0,6) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,6} \approx 63,646$
7. $\dot{N}(63; 0,72) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,72} \approx 63,695$
8. $\dot{N}(63; 0,84) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,84} \approx 63,731$
9. $\dot{N}(63; 0,96) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,96} \approx 63,759$
10. $\dot{N}(63; 1,08) = \frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 1,08} \approx 63,779$

Таблиця 3.6 – Точки математичного очікування числа в перехідному режимі

t, год	0	0,12	0,24	0,36	0,48	0,6	0,72	0,84	0,96	1,08
N(i,t)	63	63,214	63,373	63,492	63,58	63,646	63,695	63,731	63,759	63,779

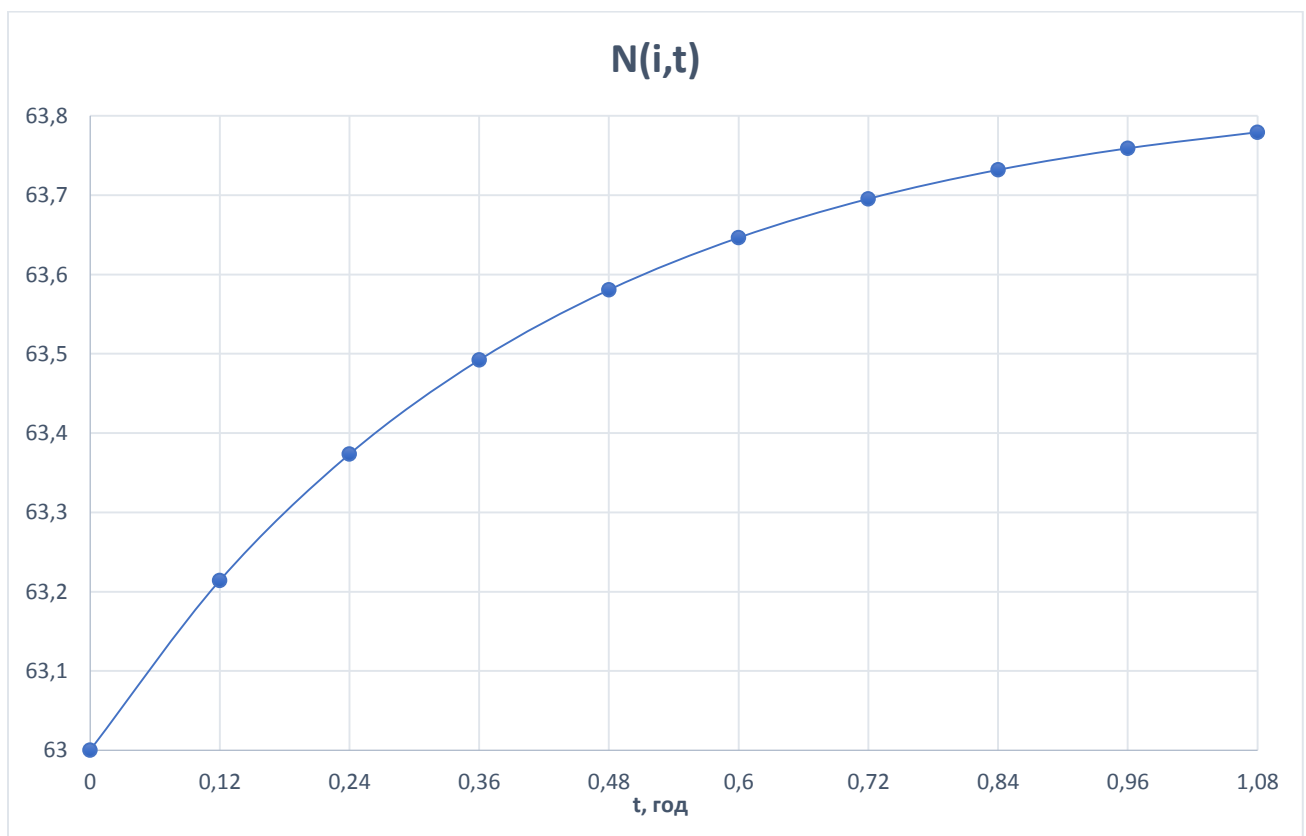


Рисунок 3.6 – Графік математичного очікування числа в перехідному режимі

Функція здійснювання рішення завдання на живучій комп'ютерній системі.

Стаціонарний 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, що використовує в будь-який момент часу всі працездатні ЕМ. Розраховується робиться по формулі:

$$F(t) = 1 - EXP \begin{cases} -\frac{\beta N \mu t}{\lambda + \mu}, \text{ якщо } N\lambda \leq t\mu \\ -\frac{\beta t \mu}{\lambda}, \text{ в іншому випадку} \end{cases} \quad (3.26)$$

Так як $N\lambda \leq t\mu$ то використовуємо:

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{\beta N \mu t}{\lambda + \mu}} \quad (3.27)$$

Виконаємо розрахунок змінюючи значення t , і запишемо дані до таблиці:

1. $F(0) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0}{0,0062 + 2,45}} = 0$
2. $F(0,001) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,001}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,318$
3. $F(0,002) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,002}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,535$
4. $F(0,003) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,003}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,683$
5. $F(0,004) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,004}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,783$
6. $F(0,005) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,005}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,852$
7. $F(0,006) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,006}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,899$
8. $F(0,007) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,007}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,931$
9. $F(0,008) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,008}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,953$
10. $F(0,009) = 1 - e^{-\frac{6 \cdot 64 \cdot 2,45 \cdot 0,009}{0,0062 + 2,45}} \approx 0,968$

Таблиця 3.7 – Результати залежності $F(t)$

t, год	0	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
F(t)	0	0,318	0,535	0,683	0,783	0,852	0,899	0,931	0,953	0,968

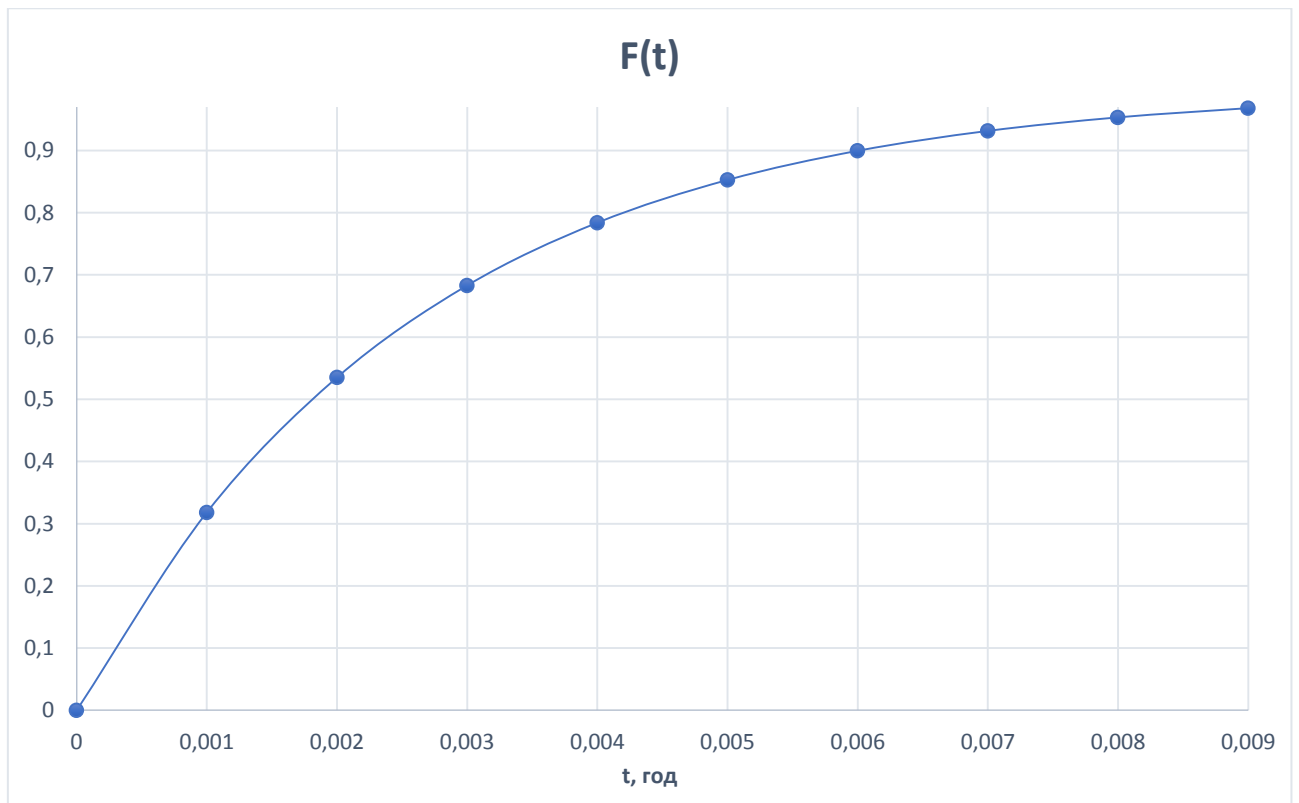


Рисунок 3.7 – Графік залежності $F(t)$

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

$$F(i; t) = 1 - EXP \begin{cases} -\beta \left(\frac{N\mu}{\lambda+\mu} t + \frac{i\lambda - (N-i)\mu}{(\lambda+\mu)^2} [1 - e^{-(\lambda+\mu)t}] \right), & (N-m) \leq i \leq N, \text{ якщо } N\lambda \leq m\mu \\ -\beta \left[\frac{m\mu}{\lambda} t + \frac{i\lambda - m\mu}{\lambda^2} (1 - e^{-\lambda t}) \right], & 0 \leq i \leq (N-m), \text{ якщо } N\lambda > m\mu \end{cases} \quad (3.28)$$

Так як $N\lambda \leq m\mu$ то використовуємо:

$$F(i; t) = 1 - e^{-\beta \left(\frac{N\mu}{\lambda+\mu} t + \frac{i\lambda - (N-i)\mu}{(\lambda+\mu)^2} [1 - e^{-(\lambda+\mu)t}] \right)} \quad (3.29)$$

Виконаємо розрахунок змінюючи значення t , i занесемо дані до таблиці (5.7):

1. $F(61; 0) = 1 - e^{-6 \left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0}] \right)} = 0$
2. $F(61; 0,001) = 1 - e^{-6 \left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,001 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,001}] \right)} \approx 0,314$
3. $F(61; 0,002) = 1 - e^{-6 \left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,002 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,002}] \right)} \approx 0,53$
4. $F(61; 0,003) = 1 - e^{-6 \left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,003 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,003}] \right)} \approx 0,678$

5. $F(61; 0,004) = 1 - e^{-6\left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,004 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} \cdot [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,004}]\right)} \approx 0,779$
6. $F(61; 0,005) = 1 - e^{-6\left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,005 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} \cdot [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,005}]\right)} \approx 0,848$
7. $F(61; 0,006) = 1 - e^{-6\left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,006 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} \cdot [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,006}]\right)} \approx 0,896$
8. $F(61; 0,007) = 1 - e^{-6\left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,007 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} \cdot [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,007}]\right)} \approx 0,929$
9. $F(61; 0,008) = 1 - e^{-6\left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,008 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} \cdot [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,008}]\right)} \approx 0,951$
10. $F(61; 0,009) = 1 - e^{-6\left(\frac{64 \cdot 2,45}{0,0062 + 2,45} \cdot 0,009 + \frac{63 \cdot 0,0062 - (64 - 63) \cdot 2,45}{(0,0062 + 2,45)^2} \cdot [1 - e^{-(0,0062 + 2,45) \cdot 0,009}]\right)} \approx 0,966$

Таблиця 3.8 – Результати залежності $F(i;t)$

t, год	0	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
F(i;t)	0	3,14	0,53	0,678	0,779	0,848	0,896	0,929	0,951	0,966

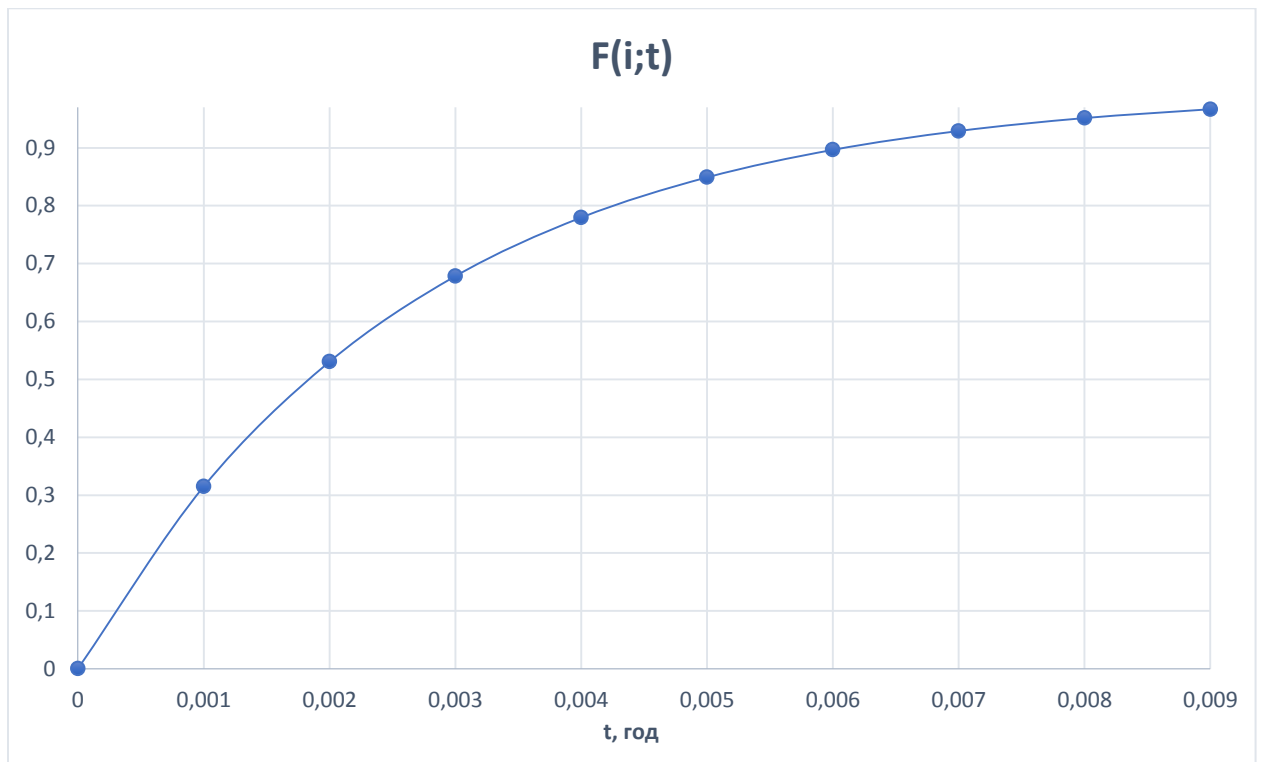


Рисунок 3.8 – Графік залежності $F(i;t)$

4 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ

Дана економічна частина проекту присвячена проектуванню *GRID*-системи для високопродуктивних обчислень. *GRID*-система є інтегрованою інфраструктурою, що об'єднує розподілені обчислювальні ресурси, мережеву інфраструктуру та програмне забезпечення для забезпечення високопродуктивних обчислень.

У цьому економічному аналізі проекту розглядаються різні аспекти, пов'язані з проектуванням та експлуатацією *GRID*-системи. Вона включає в себе оцінку вартості обладнання, потрібного для побудови системи, витрат на розгортання і підтримку інфраструктури, а також аналіз економічної ефективності і вигід, які можуть бути отримані з використання *GRID*-системи.

Оцінка вартості обладнання включає аналіз цін на серверне обладнання, мережеву інфраструктуру, системи зберігання даних та програмне забезпечення. Крім того, проводиться аналіз вартості електроенергії, необхідної для забезпечення роботи *GRID*-системи.

Проводиться також оцінка витрат на розгортання і підтримку інфраструктури, включаючи вартість установки, налаштування та технічного обслуговування обладнання, а також витрати на навчання персоналу та підтримку користувачів системи.

Аналіз економічної ефективності включає оцінку потенційних вигід, які можуть бути отримані з використання *GRID*-системи, таких як підвищення продуктивності, зниження витрат на обчислення та скорочення часу виконання завдань. Також розглядаються можливості отримання додаткових прибутків від комерційного використання системи.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про економічну доцільність проектування *GRID*-системи для

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високопродуктивних обчислень та визначити оптимальні рішення щодо вибору обладнання, розгортання і підтримки системи з метою досягнення найкращого співвідношення між вартістю і вигодами.

“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” [12]. До них належать:

- Маркетинговий ефект.
- Науково-технічний ефект.
- Економічний ефект.
- Соціальний ефект.

Маркетинговий ефект проекту *GRID* системи може бути досить значним. Ось декілька потенційних маркетингових переваг цього проекту:

1. Покращена швидкість передачі даних: *GRID* система пропонує оптимізований шлях передачі даних, що дозволяє покращити швидкість інтернет-з'єднання. Це може бути привабливим аргументом для споживачів, які цінують швидкість та продуктивність під час роботи в Інтернеті.
2. Підвищена надійність: *GRID* система може забезпечити більшу надійність передачі даних, оскільки вона розподіляє навантаження на різні вузли. Це може зменшити ризик втрати даних або перебоїв в мережі. Компанії, які покладаються на надійність мережевого з'єднання для своєї ділової діяльності, можуть бачити це як перевагу.
3. Глобальна покриття: *GRID* система має потенціал для створення глобальної мережі вузлів, що може охопити багато регіонів і країн. Це розширює можливості доступу до швидкого та стабільного Інтернету для користувачів у всьому світі. Компанії, які спрямовані на глобальний ринок, можуть бачити це як конкурентну перевагу.
4. Інноваційний образ: *GRID* система представляє інноваційний підхід до оптимізації передачі даних в Інтернеті. Це може додати до образу

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компанії як технологічно прогресивної та передової. Можливість використання *GRID* системи може привернути увагу інвесторів, партнерів та споживачів, що сприяє позитивній репутації.

5. Можливості для бізнесу: *GRID* система може створити нові можливості для бізнесу, особливо для компаній, які працюють з великим обсягом даних або використовують передові технології, такі як хмарні обчислення. Вони можуть скористатися швидкістю та надійністю *GRID* системи для поліпшення своїх процесів та послуг.

Загалом, *GRID* система може мати маркетинговий ефект, оскільки пропонує швидкість, надійність та глобальний охоплюючий характер, що можуть бути привабливими для різних сегментів ринку.

Ринок розробників *GRID*-систем для високопродуктивних обчислень є динамічним і постійно розвивається. Технологічний прогрес та зростання потреб у високопродуктивних обчисленнях призвели до збільшення конкуренції серед компаній, що пропонують рішення у цій сфері.

На ринку існує кілька провідних гравців, які спеціалізуються на розробці *GRID*-систем і надають широкий спектр послуг. Серед них можна виділити такі компанії, як *IBM, Microsoft, Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform, NVIDIA, Intel* та інші. Ці компанії володіють значним досвідом у розробці інфраструктури для високопродуктивних обчислень і мають велику клієнтську базу.

Окрім провідних гравців, на ринку присутній також ряд менших компаній та стартапів, які спеціалізуються на інноваційних технологіях у сфері *GRID*-систем. Вони пропонують нові підходи та рішення, спрямовані на поліпшення продуктивності, масштабованості та ефективності обчислювальних процесів.

Зростання інтересу до високопродуктивних обчислень у різних галузях, таких як наука, фінанси, медицина, штучний інтелект та інші, стимулює попит на розробники *GRID*-систем. Клієнти шукають надійні, масштабовані і

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ефективні рішення, які допоможуть їм виконувати складні обчислювальні завдання.

Одним з ключових трендів на ринку є перехід до хмарних рішень. Багато компаній надають можливість користувачам розгортати та керувати *GRID*-системами у хмарних середовищах, що дозволяє знизити витрати на обладнання та підтримку, а також забезпечує більшу гнучкість та доступність.

Ринок розробників *GRID*-систем 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 зростання попиту на *GRID*-системи, можна очікувати подальше розширення ринку розробників у цій галузі. Конкуренція спонукатиме компанії до розробки нових технологій та інноваційних рішень, що сприятиме подальшому розвитку і вдосконаленню *GRID*-систем для високопродуктивних обчислень;

Науково-технічний ефект *GRID*-системи для високопродуктивних обчислень має значний вплив на науково-технічний прогрес. Впровадження таких систем підвищує продуктивність обчислень, сприяє зростанню наукових досліджень та інновацій. Вони дозволяють виконувати складні завдання, моделювати процеси та аналізувати великі обсяги даних. Такий прогрес сприяє розвитку різних галузей, включаючи медицину, енергетику та штучний інтелект. Крім того, використання *GRID*-систем забезпечує покращення продуктивності та ефективності, зменшуючи час виконання завдань і оптимізуючи використання ресурсів. Такі системи також можуть бути використані для обробки даних у реальному часі, що має велике значення для розв'язання складних проблем і сприяє розвитку економіки;

Економічний ефект: Завдяки впровадженню *GRID*-систем, компанії мають змогу зменшити витрати на обладнання, оптимізувати використання обчислювальних ресурсів і підтримувати оптимальний рівень

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивності. Це дає можливість економити кошти та раціонально використовувати ресурси.

GRID-системи також забезпечують гнучкість та масштабованість, що дозволяє компаніям пристосовувати обчислювальні ресурси до потреб проектів. Це сприяє оптимізації бюджету та забезпеченню ефективного використання ресурсів.

Таким чином, впровадження *GRID*-систем для високопродуктивних обчислень має потенціал створити значний економічний ефект, що охоплює зниження витрат, підвищення продуктивності та підтримку інновацій. Це сприятиме розвитку бізнесу та сприяє економічному зростанню;

Соціальний ефект: По-перше, використання *GRID*-систем сприяє науковим дослідженням і допомагає вченим проводити складні обчислення та аналіз великих обсягів даних. Це сприяє розвитку науки та сприяє здійсненню важливих відкриттів і інновацій.

По-друге, *GRID*-системи мають потенціал покращити медичну діагностику та лікування. Вони дозволяють обробляти великі обсяги медичних даних і здійснювати складні аналітичні процедури, що може призвести до поліпшення точності діагнозів і розробки нових методів лікування.

По-третє, проект *GRID*-систем створює нові робочі місця для фахівців у сфері обчислювальної техніки та програмного забезпечення. Це сприяє зменшенню безробіття і розвитку індустрії ІТ.

Нарешті, використання *GRID*-систем у навчальних закладах сприяє підвищенню якості освіти та навчання студентів у сфері обчислювальної техніки.

“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):

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.4.3</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Таблиця 4.1 – Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
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	
Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
	Значущий	5 – 7	
	Корисний	1 – 4	
Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
	Галузі національної економіки	7 – 9	
	Галузь (регіон)	3 – 6	
	Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
	Середній	5 – 9	
	Малий	1 – 4	

Джерело: [12].

Значення показника $K_{НТЕ}^{\Phi}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 4.1)” [12].

“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 $K_{НТЕ}^{\Phi}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 4.1.

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. 4.2 не введено показника витрат на одиницю продукції” [12].

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	спроектованої	співвідносної (аналога)
Швидкість	Висока	Висока
Надійність	Висока	Звичайна
Глобальне покриття	Мале	Звичайне
Масштабованість	Звичайна	Звичайна
Безпека	Висока	Звичайна

Джерело: складено за [12].

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

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

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. 4.3).

Таблиця 4.3 – Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
Науково-технічний рівень	8	9	8	8,66	3,03 (8,66 x 0,35)
Перспективність	6	7	6	6,33	2,21 (6,33 x 0,35)
Потенційний масштаб практичного використання	5	6	7	6	1,2 (6 x 0,2)
Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	7	7	7	7	0,7 (7 x 0,1)
Усього	7,14				

Джерело: розраховано за [12].

$$НТЕ = 8,66 \cdot 0,35 + 6,33 \cdot 0,35 + 6 \cdot 0,2 + 7 \cdot 0,1 = 3,03 + 2,21 + 1,2 + 0,7 = 7,14$$

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

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

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

На основі даних табл. маємо, що $K_{НТЕ}$ відповідає 71,4 %, тобто:

$$\frac{7,14}{10} \times 100 \% = 71,4 \%$$

“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 достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво”[12].

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.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Тоді ціна проекту буде розрахована за формулою:

Ціна = Витрати + Прибуток (30%-300%)

Проведемо розрахунок:

Ціна = (1 500 000 + 4 000 000) × 130% (середнє арифметичне)

Ціна буде дорівнювати = 7 150 000 грн

Рентабельність розраховується за формулою:

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

Підставляю свої значення:

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

Рентабельність проекту дорівнює R = 267%

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Строк окупності проекту розраховується за формулою:

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

Підставляю свої значення:

$$T = \frac{1}{267\%} \times 100$$

Час, за який проект окупиться дорівнює $T = 0,37 \approx 0,4$ року

Підводячи підсумки, проект з проектування грид-системи для високопродуктивних обчислень з витратами 1500000 грн та очікуваним прибутком 4000000 грн при реалізації за ціною 7150000 грн матиме рентабельність 267% та окупиться менше ніж за півроку.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.4.3</i>	Арк.
						76
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

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

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

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

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

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

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

Класифікація обладнання по ПУЕ.

Для всіх приміщень, в яких експлуатуються відео-термінали і ЕОМ, повинна бути визначена категорія по вибухо-пожежній та пожежній безпеці (ОНТП 24-86, "Визначення категорій приміщень і будівель по вибухо-

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пожежній та пожежній небезпеці") і класу зони (ПВЕ). Відповідні позначення повинні бути нанесені на входні двері приміщення.

Розрахунок системи заземлення обладнання.

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

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

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

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

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

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

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

t – відстань від поверхні до середини заземлювача, м.

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

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

Визначаємо розрахункове значення питомого опору ґрунту:

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

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

Визначаємо опір одного вертикального заземлювача:

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

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

Визначаємо кількість вертикальних заземлювачів:

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Визначаємо опір системи вертикальних заземлювачів:

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

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

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

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

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

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

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

$b = 0,04$ м, $d = 0,02$ м

Визначаємо опір з'єднувальної смуги:

$$R_z = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 \cdot \pi \cdot L_z \cdot \eta_z} \cdot \ln \left(\frac{L_z^2}{t0 \cdot d} \right) \quad (5.6)$$

де η_z - коефіцієнт використання горизонтального заземлювача, $\eta_z = 0$ при $n' = 40$ шт та $L'/L = 2$

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

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо опір системи заземлення:

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

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

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

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 $G_g = 0,7 \text{ кг/м}^3$, щільність вуглекислоти $\rho = 0,625 \text{ кг/л}$.

Об'єм приміщення $V = 356,4 \text{ м}^3$. Об'єм балону $V_b = 25 \text{ л}$.

Визначаємо кількість вогнегасної газової суміші G_r :

$$G_r = 1,25 \cdot (G_g \cdot V_{\text{прим}} \cdot K_y) \quad (\text{кг}) \quad (5.8)$$

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:

$$N_b = \frac{G_r}{V_b \cdot \rho \cdot A_n} \quad (\text{шт}) \quad (5.9)$$

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

ρ – щільність, $\rho = 0,625 \text{ кг/л}$;

$V_b = 25 \text{ л}$ – об'єм балону (при 25 л у балоні міститься 15,6 кг вуглекислоти).

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

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо кількість балонів – 24 шт.

$$N_{заг} = N_{розр} + N_{резерв} \quad (\text{шт}) \quad (5.10)$$

Кількість резервних балонів слід приймати рівним числу робочих балонів.

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

Розрахунок вентиляції.

На проектованому підприємстві використовується загально обмінна приточно – витяжна вентиляція.

Розрахунок продуктивності повітря

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

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

$$\sum Q = Q_{o.c} + Q_{нк} + Q_l + Q_{осв} \quad (5.11)$$

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

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

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

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

Q_l – тепло від людей, Вт;

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

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

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

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

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

$$Q_{осв} = S * g_{осв}, \quad Q_{осв} = 11 * 12 * 10 = 2880 \text{ Вт};$$

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

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата повітря при надходженні надмірного тепла визначається за формулою:

$$L = \frac{Q_c}{(C \cdot \rho \cdot (t_{y\delta} - t_{np}))} \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.12)$$

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

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

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

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

t_{np} – температура припливного повітря, $t_{np} = t_{y\delta} - \Delta t_{раб} (\text{°С})$;

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

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

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

Визначаємо потужність електропроводу вентилятора за формулою:

$$N = \frac{k \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_{вен} \cdot \eta_{прив}} \text{ (кВт)} \quad (5.13)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k=1,3$

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

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

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

Розрахунок системи освітлення.

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

При роботі за дисплеєм освітленість визначається мінімальним об'єктом розрізнення шириною лінії рукописного або друкарського тексту, який читає користувач з листа. Для того, щоб забезпечити освітлення 300 Лк, здійснюється розрахунок освітлення для приміщення, що розглядається.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Здійснюється розрахунок світового потоку.

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot S \cdot \kappa \cdot z \cdot 100}{N' \cdot \eta}, \text{ (лм)} \quad (5.14)$$

де S – площа приміщення, м²;

$\kappa = 1,7$ – коефіцієнт запасу;

$E_n = 375$ лк – нормована освітленість;

$z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення (тип світильника ЛОУ);

N' – округлена кількість світильників, шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для того, щоб вирахувати світового потік, необхідно обчислити висоту від світильника до робочої поверхні – H_p , відстань між центрами світильників – L , кількість світильників – N , індекс приміщення – i , та коефіцієнт використання світового потоку – η .

$$H_p = H - h_{роб.н} \text{ (м)} \quad (5.15)$$

де $H = 2,7$ м – висота приміщення;

$h_{роб.н} = 0,8$ м – висота робочої поверхні.

$$H_p = 2,7 - 0,8 = 1,9 \text{ м}$$

$$\frac{L}{H_p} = 1,4 \text{ м}$$

$$L = H_p \cdot 1,4 = 1,9 \cdot 1,4 = 2,66 \text{ м}$$

$$N = \frac{S}{L^2} \text{ (шт)} \quad (5.16)$$

$$N = \frac{132}{7,08} = 18,4 \text{ шт}$$

Отримане значення округлюється до найближчого більшого цілого.
Результат – 18 світильників.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота складається з аналізу сучасних грид-систем, розробки обчислювальної грид у вигляді комп'ютерної системи, розрахунку надійності та продуктивності розробленої системи.

У результаті виконаного проекту реалізоване наступне:

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

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для високопродуктивних обчислень, так як має високу продуктивність.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.4.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Наукове видання. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
2. М.З. Згуровський, А.І. Петренко. GRID-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ Е-НАУКИ І ОСВІТИ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/35951/1/2009-2-2.pdf>
3. Кравчук С.О., Шонін В.О. Основи комп'ютерної техніки: Компоненти, системи, мережі: Навч. посіб. для вузів. - К: Політехніка, 2005. – 344 с.
4. Рязанцев О.І., Недзельській Д.О., Гусєва С.В. Архітектура та структурна організація обчислювальних систем: Навчальний посібник. - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. – 388 с.
5. *Foster I., Kesselman C., Nick J., Tuecke S. The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration.* – Springer Verlag. – 2002. – 31 p.
6. Офіційний сайт *NorduGrid* [Електронний ресурс] – 2016 – Режим доступу: <http://www.nordugrid.org/>
7. *RFC 5280 Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile* [Електронний ресурс] – 2016 – Режим доступу: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc5280/>
8. Мелашенко А.О. Організація кваліфікованої інфраструктури відкритих ключів: монографія / А.О. Мелашенко, О.Л. Перевозчикова; НАН України, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова. – К.: Наук. думка, 2010. – 392 с.
9. *MPI-2: Extensions to the Message-Passing* [Електронний ресурс] – 2016 – Режим доступу: <http://micro.ustc.edu.cn/Linux/MPI/mpi-20.pdf>.
10. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
11. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. – СПб: Питер, 742с., 2003.

					КРБ.КІ.1.440-03.4.3	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. 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. Укладачі Басюркіна Н.Й., Свистун Т.В. Одеса: ОНТУ, 2022 р. 18 с.

13. Злобін Г.Г. Архітектура та апаратне забезпечення ПЕОМ : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Г. Г. Злобін, Р. Є. Рикалюк; М-во освіти і науки України, Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. – 3-тє вид. – Київ : Каравела, 2016. – 223 с.

14. Погорілий С.Д. Методи кластерних обчислень / С. Д. Погорілий, Ю. В. Бойко, Р. І. Левченко, В. А. Мар'яновський. – Київ : Київ. ун-т, 2013. – 415 с.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.4.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Додаток А – Копії слайдів презентації
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ, ПРОГРАМУВАННЯ ТА КІБЕРЗАХИСТУ

Кафедра комп'ютерної інженерії

**«Проектування грид-системи для
високопродуктивних обчислень»**

Виконав: студент 4 курсу, групи KI-543

Лушніков Дмитро Олексійович

Керівник: Сахарова С.В.

Метою роботи є підвищення швидкодії, збільшення надійності обчислювальної грид-системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

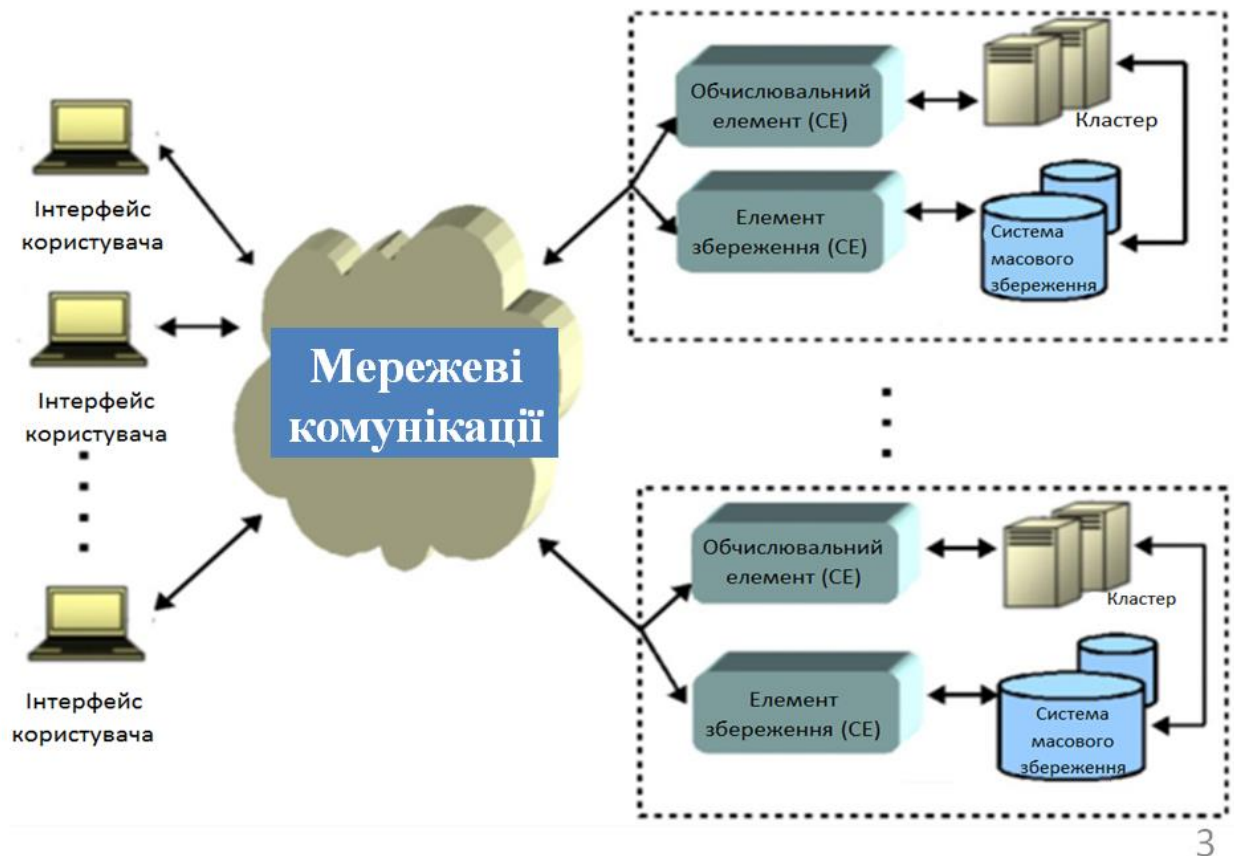
- провести аналіз сучасного стану грид-систем;**
- обґрунтувати та вибрати встаткування обчислювальної грид-системи;**
- обґрунтувати й вибрати структуру обчислювальної системи;**
- зробити розрахунок показників надійності проектованої обчислювальної системи.**

Результатом роботи буде служити проект інформаційної грид-системи, що повною мірою вирішить поставлені завдання.

Розроблена комп'ютерна система може бути використана для збору, зберігання та обробки даних з високою продуктивністю у обчислювальній грид-системі.²

					КРБ.КІ.0.440-03.4.3	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема інфраструктури грід-системи



Конфігурація вузлів обчислювальної частини

Грід-системи:

- материнська плата *Asus TUF Gaming B550-Plus s-AM4*;
- процесор *AMD Ryzen 9 5950X s-AM4 3.4GHz/64MB BOX* (16 ядер);
- обсяг оперативної пам'яті 64 ГБ, а саме два модулі пам'яті *DDR4 DDRAM 32 ГБ, 3200 МГц*;
- *SSD* накопичувач: *Samsung 980 M.2*, об'єм 1 ТБ;
- блок живлення *750W Asus TUF Gaming Bronze*

4

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

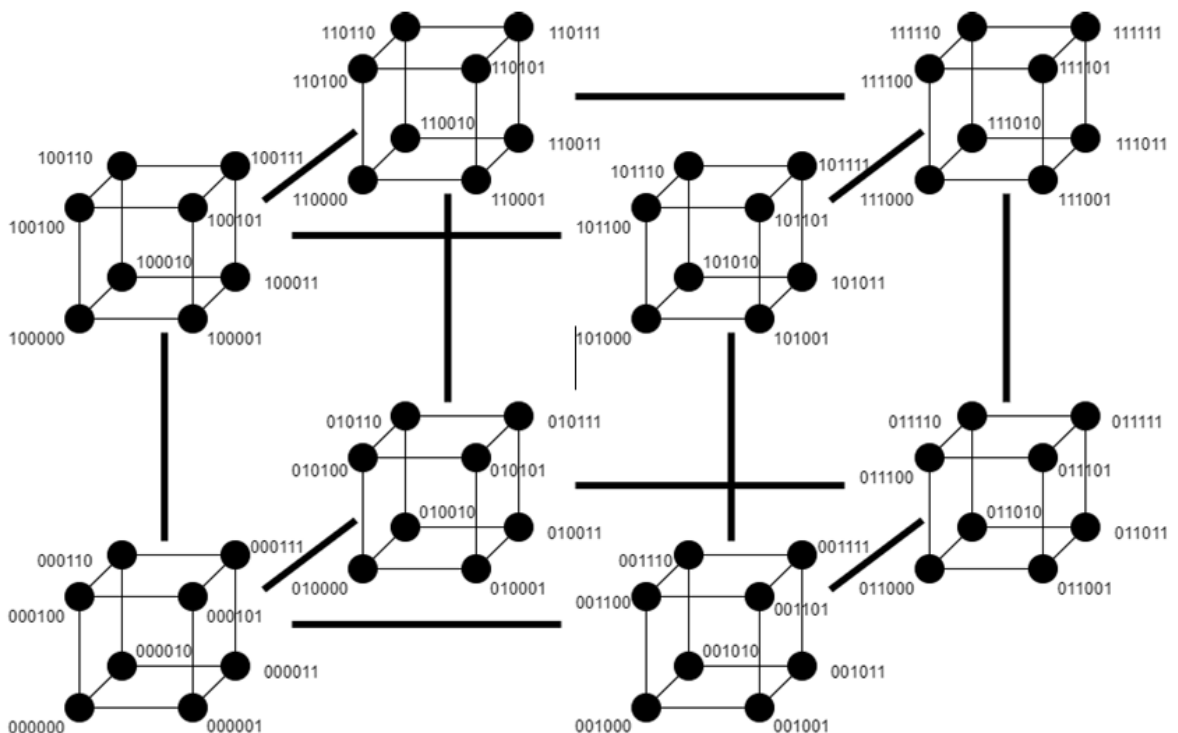
КРБ.КІ.0.440-03.4.3

Обладнання для чотирьох серверів:

- материнська плата *Asus TUF Gaming B550-Plus s-AM4* ;
- процесор *AMD Ryzen 9 5950X s-AM4 3.4GHz/64MB* (16 ядер), який працює на частоті 3,4 ГГц-4.7 ГГц;
- обсяг оперативної пам'яті 128 ГБ, а саме 4 модулі пам'яті *Kingston DDR4 SDRAM 32 ГБ, 3200 МГц*;
- відеоадаптер *Asus PCI-E GeForce RTX3060 LHR 12GB DDR6*;
- SSD накопичувач: *Samsung 980 M.2, 2 ТБ*.
- накопичувач: *RAID* масив з двох накопичувачів по 8 ТБ кожний *Western Digital Red 5400 rpm* , кеш-пам'ять 128 МБ. Ці два накопичувача будуть працювати у *RAID*-масиві рівня 1.

5

Структурна схема обчислювальної грид-системи 6D-куб, 64 обчислювальних вузла



6

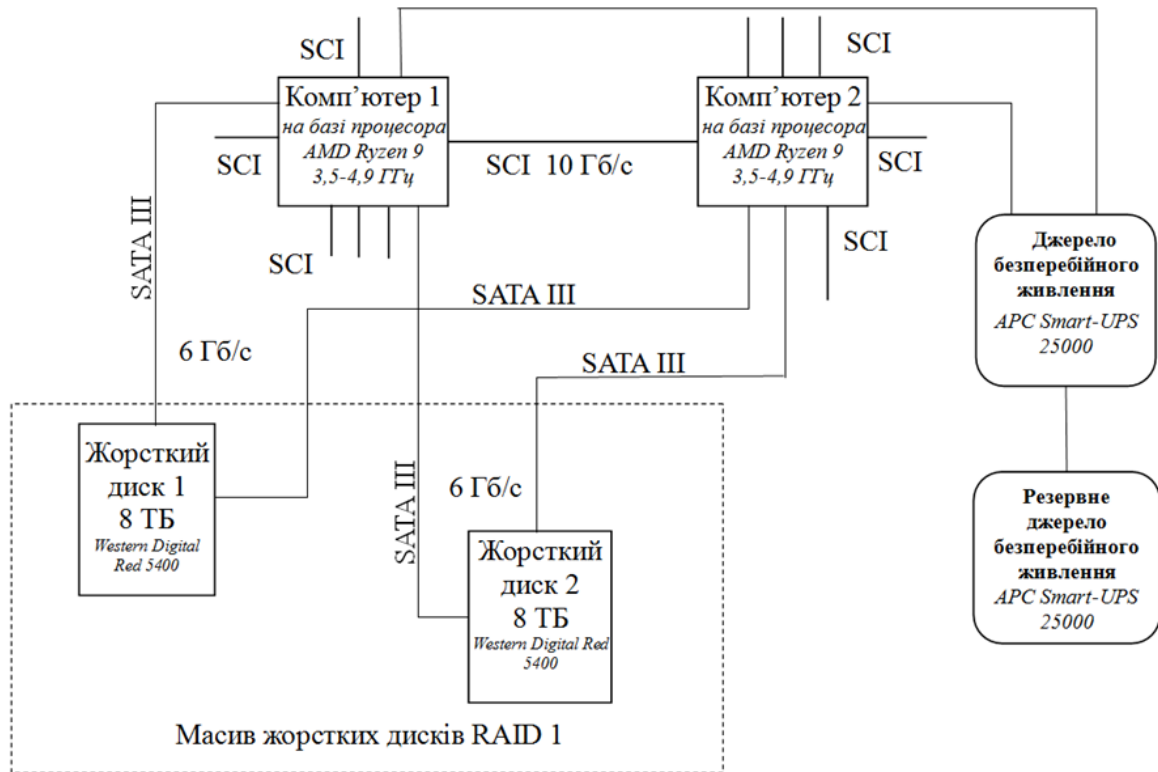
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.440-03.4.3

Арк.

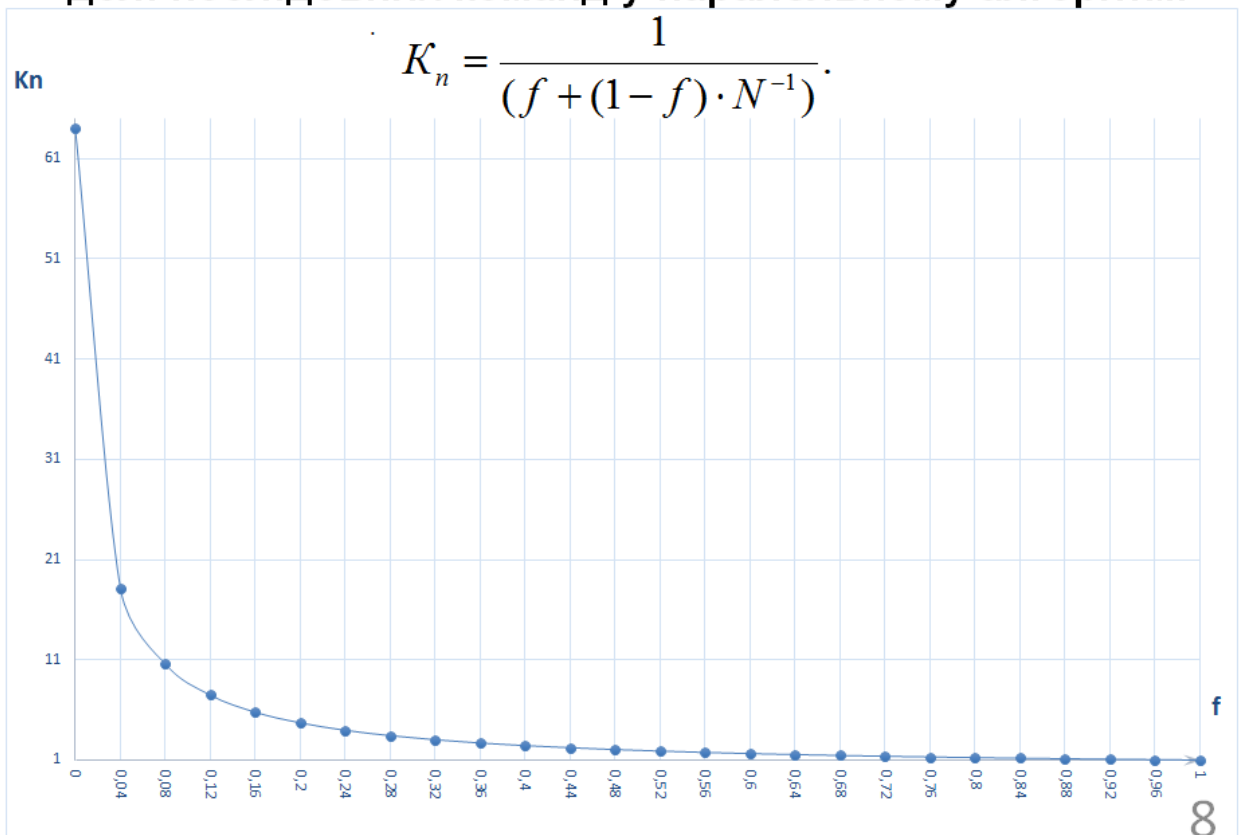
89

Схема зв'язку між серверами, RAID-масивом та ДБЖ



7

Графік залежності коефіцієнту прискорення від долі послідовних команд у паралельному алгоритмі



8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРБ.КІ.0.440-03.4.3

Арк.

90

**Розрахунок коефіцієнту готовності КС.
Це ймовірність того, що комп'ютерна
система готова до вирішення задач
улюбий момент часу.**

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

$$S = \frac{5 * 2,45}{64 * 0,0062 + 5 * 2,45} = 0,965$$

9

**Розрахунок максимальної
продуктивності КС за формулою:**

$$\Omega_{\max} = \omega \cdot N$$

**де ω – показник продуктивності
однієї ЕМ**

$$\Omega_{\max} = 480 * 64 = 30700 \text{ ГФлопс} = 30,7 \text{ ТФлопс}$$

10

					КРБ.КІ.0.440-03.4.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

У результаті виконаного проекту реалізоване наступне:

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

11

Таблиця – 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	8	9	8	8,66	3,03 (8,66 x 0,35)
2	Перспективність	6	7	6	6,33	2,21 (6,33 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	5	6	7	6	1,2 (6 x 0,2)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	7	7	7	7	0,7 (7 x 0,1)
В С Ь О Г О						7,14

Науково-технічна ефективність:

$$НТЕ = 8,66 \cdot 0,35 + 6,33 \cdot 0,35 + 6 \cdot 0,2 + 7 \cdot 0,1 = 3,03 + 2,21 + 1,2 + 0,7 = 7,14$$

					<i>КРБ.КІ.0.440-03.4.3</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92