

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Факультет комп'ютерних наук  
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

«Затверджую»

Зав. кафедри теоретичної та  
прикладної системотехніки

д.т.н., проф. С. І. Шматков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи  
бакалавра

на тему: «Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та  
«тонких» клієнтах»

Захищено на засіданні  
Атестаційної комісії №  
40

протокол № \_\_ від  
\_\_ .06.2023 р.

Оцінка \_\_\_\_\_ /

Голова Атестаційної  
комісії

Ю. О.

( підпис )  
ініціали

Скоб

(прізвище та

Виконав:

студент 4 курсу, групи КІ– 41

Галузь знань: 12 – Інформаційні технології

Спеціальність: 123 – «Комп'ютерна інженерія»

Дорофеев Микита Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові)



( підпис )

Керівник: Павлов Анатолій Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові)



( підпис )

Рецензент: доцент кафедри безпеки інформаційних  
систем і технологій к. т. н. Євгенія КОЛОВАНОВА

( підпис )

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і трьох додатків. Загальний обсяг роботи складає 69 сторінок, із яких 49 сторінки основної частини з 6 рисунками, 3 таблицями, 7 найменуваннями списку використаних джерел та трьома додатками.

**Метою** даної роботи є підвищення ефективності функціонування комп'ютерної мережі шляхом оптимізації структури та вибору технології побудови за критерієм максимальної надійності в умовах обмеженості виділених ресурсів.

**Предмет дослідження** – математична модель аналізу надійності комп'ютерної мережі, побудованою за технологією «товстих» і «тонких» клієнтів.

**Об'єкт дослідження** – процес вибору технології побудови комп'ютерної мережі залежно від конфігурації та комплекту елементів для забезпечення максимальної надійності функціонування.

**Підхід.** Розрахунок надійності технічної системи проводиться в декілька етапів. Перший етап складається з опису роботи системи, визначення переліку властивостей системи та розподілу її на елементи. На другому етапі виконаємо відбір елементів з урахуванням обмежень на ресурси. Третій етап є основним, на якому вирішуються задачі: визначення кратності резервування елементів; вибір допусків; побудова можливих структурних схем та рішення оптимізаційної задачі за критерієм максимальної надійності.

**Ключові слова:** ЛОМ, напрацювання на відмову, коефіцієнт готовності.

## ABSTRACT

The explanatory note for the bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and three appendices. The total length of the work is 69 pages, including 52 pages of the main part with 6 figures, 3 tables, 7 references, and three appendices.

The purpose of this work is to improve the efficiency of computer network functioning by optimizing its structure and selecting construction technologies based on the criterion of maximum reliability, considering limited allocated resources.

**The subject of the research** is a mathematical model for analyzing the reliability of a computer network constructed using "thick" and "thin" client technologies.

**The object of the research** is the process of choosing the construction technology for a computer network based on the configuration and set of elements to ensure maximum reliability of operation.

**Approach:** The calculation of the reliability of the technical system will be carried out in several stages. The first stage involves describing the system's operation, determining its properties, and distributing it into elements. The second stage involves selecting elements while considering resource constraints. The third stage is the main one, where tasks such as determining element redundancy, selecting tolerances, constructing possible structural schemes, and solving the optimization problem based on the criterion of maximum reliability are addressed.

**Keywords:** LOM, mean time to failure, availability coefficient.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ .....	10
1.1. Аналіз основних принципів побудови комп'ютерних мереж .....	11
1.2. Аналіз типових технологій побудови мережі відповідно до стандарту IEEE 802.3 .....	14
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ «ТОВСТИХ» ТА «ТОНКИХ» КЛІЄНТІВ .....	17
2.1. Розробка логічної структури схеми офісного приміщення на базі «товстих» та «тонких» клієнтів .....	17
2.1.1. Структурна схема комп'ютерної мережі на базі «товстих» клієнтів .....	19
2.1.2. Особливості побудови комп'ютерної мережі на базі «тонких» клієнтів .....	20
2.2. Вибір математичного апарату для розрахунку надійності комп'ютерної мережі .....	23
2.2.1. Вибір способу та алгоритму розрахунку показників надійності комп'ютерної мережі з кратним резервуванням елементів ....	25
2.2.2. Перевірка математичної моделі на адекватність, простоту, об'єктивність, чутливість, стійкість .....	31
РОЗДІЛ 3. КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ...	33
3.1. Розрахунки показників надійності комп'ютерної мережі з урахуванням «товстих» клієнтів .....	34

3.2. Розрахунок показників надійності комп'ютерної мережі з урахуванням «тонкий» клієнт .....	43
3.3. Порівняння ефективності функціонування комп'ютерної мережі з урахуванням «товстий» і «тонкий» клієнт .....	46
ВИСНОВКИ .....	50
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	53
ДОДАТОК А .....	54
ДОДАТОК Б .....	56
ДОДАТОК В .....	60

## ВСТУП

У сучасному світі зв'язок та доступ до інформації за допомогою комп'ютерної мережі є невід'ємною частиною. Комп'ютерні мережі дозволяють обмінюватися інформацією між користувачами не залежно знаходження цих користувачів. Без неї, було би дуже важко знаходити необхідну інформацію швидко. В сьогоднішній, користувач без будь-яких проблем може володіти інформацією про останні події у світі, вивчати нові технології, слухати музику та дивитися відео. Також комп'ютерні мережі дозволяють нам спільно з іншими користувачами розробляти та працювати над спільними проектами, ділитися ресурсами, які були б недосяжними для індивідуального використання.

Крім того, комп'ютерні мережі допомагають покращити ефективність різних процесів, через їх автоматизацію, зменшення витрат на транспортування. При цьому, за допомогою технологій комп'ютерних мереж, безпека даних знаходиться на високому рівні. А це свідчить про те, що отримати доступ до них, або викрасти їх становиться не простою задачею.

До комп'ютерних мереж, звісно, пред'являються вимоги в залежності від їх використання та призначення. До найважливіших вимог можна віднести: пропускну здатність, надійність, масштабованість, безпеку та простоту управління.

Що стосується архітектури та технологій побудови мереж, то їх існує дуже багато. В реальності кожна з них має своє переваги та недоліки.

### **Актуальність роботи**

Характерною особливістю сучасного розвитку техніки є широке впровадження методів і засобів автоматизації і телемеханіки, викликане переходом на автоматизоване і автоматичне керування різними виробничими

і технологічними процесами, створення гнучких виробничих модулів, систем, комплексів тощо. В умовах сучасної економіки автоматизація є одним з основних напрямків технічного прогресу. І, звичайно, поліпшення ефективності і якості проєктованих АСУ, САУ, тощо, неможливо без підвищення надійності технічних засобів управління.

Таким чином, вищевикладене є першою причиною зростання фактору надійності в сучасних умовах розвитку техніки і, зокрема, проєктування технічних систем різного призначення.

Другою причиною, що вимагає підвищення надійності, є зростання складності технічних засобів, апаратури їх обслуговування, жорсткості умов їх експлуатації та відповідальності задач, які на них покладені. Недостатня надійність технічних засобів призводить до збільшення частки експлуатаційних витрат у порівнянні з загальними витратами на проєктування, виробництво і застосування цих систем. Крім того, відмови технічних засобів призводять до різного роду наслідків: втрат інформації; простоїв пристроїв і систем; аварій, тощо.

Третьою причиною підвищення ролі надійності в сучасних умовах є економічний фактор. В кінцевому рахунку, надійність технічних засобів визначається надійністю комплектуючих елементів. Тому знання основних питань надійності елементної бази є в даний час необхідною умовою успішної роботи в галузі інформатики та управління і, особливо, це відноситься до майбутніх спеціалістів - розробників апаратури автоматики і комп'ютерно-інтегрованих технологій.

**Предмет дослідження** – математична модель аналізу надійності комп'ютерної мережі, побудованою за технологією «товстих» і «тонких» клієнтів.

**Об'єкт дослідження** – процес вибору технології побудови комп'ютерної мережі залежно від конфігурації та комплекту елементів для забезпечення максимальної надійності функціонування.

### **Мета і основні завдання роботи**

**Метою даної роботи** є підвищення ефективності функціонування комп'ютерної мережі шляхом оптимізації структури та вибору технології побудови за критерієм максимальної надійності в умовах обмеженості виділених ресурсів.

Визначення надійності системи переслідує такі цілі:

1. Визначити, чи досяжна задана надійність на сучасному рівні розвитку техніки.
2. Розподілити значення параметрів надійності за елементами, блоками і вузлами.
3. Обґрунтувати вибір між різними конструктивними рішеннями.
4. З'ясувати доцільність введення резервування.

**Завдання:** В наявності є дані про надійність технічних елементів і зв'язки між ними (або схема об'єкта). За цими даними необхідно визначити значення показників надійності мережі. Існують два шляхи визначення надійності:

- 1) з складанням математичної (логічної) моделі функціонування;
- 2) безпосередньо за функціональною схемою мережі.

Загальноприйнятим у даний час є перший шлях. Для розробки моделі необхідно визначити, які стани системи можуть бути, враховуючи при цьому ознаки цих станів і т. д., тобто необхідно описати функціонування реальної системи формальною мовою подій і станів. Визначити критерії надійності та обмеження для розв'язання оптимізаційної задачі.

### **Методи та підхід, які пропонуються для вирішення завдань**

Розглянуті питання дозволяють виділити основні напрямки робіт з

підвищення надійності технічних систем. При цьому можна виділити чотири групи заходів по підвищенню надійності технічних систем при їх проектуванні:

- системні;
- структурні (схемні);
- конструктивні;
- експлуатаційні.

**Методи.** Для розрахунку показників надійності технічної системи можливо застосування наступних методів.

1) Аналітичні методи:

- теорії випадкових процесів;
- теорії експертних оцінок (евристичного прогнозування);
- декомпозиції;
- логіко-імовірнісні;
- аналітико-статистичні.

2) Метод імітаційного моделювання.

3) Метод статистичного моделювання (метод Монте-Карло).

**Підхід.** Розрахунок надійності технічної системи будемо проводити в декілька етапів.

Перший етап складається з опису роботи системи, визначення переліку властивостей системи та розподілу її на елементи. На другому етапі виконаємо відбір елементів з урахуванням обмежень на ресурси. Третій етап є основним, на якому вирішуються задачі: визначення кратності резервування елементів; вибір допусків; побудова можливих структурних схем та рішення оптимізаційної задачі за критерієм максимальної надійності.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ТИПОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Локальні комп'ютерні мережі (LAN) є ключовими елементами сучасної інформаційної інфраструктури підприємств та організацій. Існують різні технології побудови ЛОМ, які використовуються в залежності від масштабів та потреб користувачів [1]. Розглянемо деякі з найпопулярніших технологій.

- Ethernet - це технологія, що базується на стандарті IEEE 802.3, яка дозволяє передавати дані по мережі за допомогою кабелю зі звичайними роз'ємами RJ-45. Це найпоширеніша технологія для побудови ЛВМ, яка дозволяє передавати дані зі швидкістю до 10 Гбіт / сек.
- Wi-Fi - це бездротова технологія, що базується на стандартах IEEE 802.11, яка дозволяє забезпечити підключення до мережі з використанням радіохвиль. Wi-Fi є дуже популярною технологією для побудови бездротових ЛВМ в приватних та комерційних приміщеннях.
- Token Ring - це технологія, що базується на стандарті IEEE 802.5, яка використовує токен для передачі даних по мережі. Вона застосовується рідко, оскільки не може конкурувати з Ethernet щодо швидкості та вартості.
- FDDI - це технологія, що базується на стандарті IEEE 802.5, яка використовує волоконно-оптичний кабель для передачі даних. Вона дозволяє передавати дані з високою швидкістю та забезпечує надійність мережі.
- АТМ - це технологія передачі даних, яка використовує спеціальний протокол передачі даних АТМ. Вона застосовується рідко, оскільки

вимагає спеціального обладнання та налагодження складних процесів налаштування мережі.

- Bluetooth - це технологія бездротового зв'язку, що використовується для невеликих ЛОМ, зазвичай до 10 метрів. Вона дозволяє підключати різні пристрої, такі як смартфони, навушники, клавіатури тощо.
- Zigbee - це технологія мережі з низькою потужністю, що використовується для побудови ЛВМ з великою кількістю вузлів, таких як датчики, контролери тощо. Вона дозволяє передавати дані на великі відстані з високою енергоефективністю.
- Power over Ethernet (PoE) - це технологія, що дозволяє передавати електропостачання та дані через один Ethernet-кабель. Вона дозволяє спростувати процес підключення мережевих пристроїв, таких як IP-камери, телефони, точки доступу Wi-Fi.

Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки, які варто враховувати при побудові ЛОМ. Наприклад, Ethernet має високу швидкість передачі даних та низьку вартість, але вимагає наявності кабелів та роз'ємів. Wi-Fi дозволяє підключати пристрої бездротово, але має обмеження в швидкості та потребує високої безпеки мережі. Залежно від потреб користувачів, можна вибрати оптимальну технологію для побудови ЛОМ.

### **1.1 Аналіз основних принципів побудови комп'ютерних мереж**

Комп'ютерні мережі - це системи, які дозволяють з'єднувати комп'ютери та інші пристрої, щоб дозволити обмін інформацією між ними. Основними принципами побудови комп'ютерних мереж є [1]:

1. Топологія мережі - це форма підключення комп'ютерів та інших пристроїв в мережі. Існує кілька основних топологій мереж, таких як зірка, дерево, кільце та меш.

2. Протоколи передачі даних - це набір правил, що визначають, як дані передаються в мережі. Найбільш поширеними протоколами є TCP/IP, HTTP, FTP та SMTP.
3. Апаратне забезпечення - це фізичні пристрої, які використовуються для побудови мережі, такі як маршрутизатори, комутатори та мережеві адаптери.
4. Призначення мережі - визначення мети та області застосування мережі. Мережі можуть бути використані для обміну даними, спільної роботи над проектами, друкованої продукції та інших задач.
5. Забезпечення безпеки - це заходи, що необхідні для захисту мережі від несанкціонованого доступу, вірусів та інших загроз. Заходи безпеки можуть включати шифрування, паролі, мережеві брандмауери та інші технології.
6. Управління мережею - це процес планування, налаштування та керування мережею. Управління мережею включає в себе визначення політик доступу до мережі, моніторинг використання ресурсів та інші аспекти.

Ці принципи побудови комп'ютерних мереж є важливими для розуміння того, як працює мережа та як забезпечити її ефективну та безпечну роботу. Комп'ютерні мережі можуть мати різні розміри та конфігурації, в залежності від потреб користувачів та організацій.

Для побудови мережі необхідно визначити, які пристрої будуть використовуватися, як будуть з'єднані та як будуть настроєні. Наприклад, для побудови малої мережі вдома можна використати бездротовий маршрутизатор та мережеві адаптери для комп'ютерів та інших пристроїв. Велика організація може використовувати кілька мережевих комутаторів та маршрутизаторів для підключення багатьох комп'ютерів та інших пристроїв.

Одним із важливих аспектів побудови комп'ютерної мережі є безпека. Мережа може бути піддається різним загрозам, таким як хакерські атаки,

віруси та інші. Для захисту мережі можуть використовуватися різні технології, такі як мережеві брандмауери, антивірусне програмне забезпечення та шифрування даних [2].

Крім того, управління мережею є важливою частиною побудови комп'ютерних мереж. Воно включає в себе планування та керування ресурсами мережі, налаштування політик безпеки, моніторинг використання мережевих ресурсів та інші аспекти.

Усі ці принципи є важливими для побудови ефективної та безпечної комп'ютерної мережі. Розуміння їх допоможе користувачам та організаціям планувати, налаштовувати та керувати мережею з максимальною ефективністю та безпекою.

Іншим важливим аспектом побудови комп'ютерної мережі є її топологія. Топологія визначає структуру мережі та взаємозв'язок між пристроями в ній. Існують різні типи топологій, такі як зірка, дерево, магістраль та інші.

Топологія зірка є найпоширенішою топологією для малих мереж, де всі пристрої підключаються до центрального комутатора чи маршрутизатора. Топологія дерева використовується для великих мереж, де комутатори підключаються до інших комутаторів у вигляді дерева.

Також дуже важливими є протоколи мережі. Протоколи визначають спосіб, яким пристрої взаємодіють між собою у мережі. Існують різні протоколи мережі, такі як TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi та інші.

Для побудови ефективної та безпечної комп'ютерної мережі необхідно враховувати різноманітні фактори, такі як кількість пристроїв, тип мережі, тип протоколу та інші. Важливо ретельно планувати та розробляти мережу, використовуючи передові технології та практики забезпечення безпеки мережі.

Для побудови комп'ютерної мережі також необхідно враховувати фізичні аспекти, такі як тип кабелів та роз'ємів, що використовуються для підключення пристроїв до мережі. Наприклад, у мережах зіркової топології використовуються кабелі категорії 5e або 6 з роз'ємами RJ45, а у мережах магістралі - кабелі коаксіального типу з роз'ємами BNC [3].

Окрім цього, важливим елементом побудови мережі є мережеве обладнання, таке як комутатори, маршрутизатори та файрволи. Це обладнання дозволяє керувати трафіком в мережі, маршрутизувати пакети даних та забезпечувати безпеку мережі.

Також необхідно звернути увагу на різні види мережевих служб, такі як DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), DNS (Domain Name System), FTP (File Transfer Protocol), HTTP (Hypertext Transfer Protocol) та інші, які забезпечують різноманітні функції в мережі, такі як автоматична настройка IP-адрес, розпізнавання доменних імен, передача файлів та веб-сторінок та інші.

У підсумку, побудова комп'ютерної мережі вимагає комплексного підходу та ретельного планування. Необхідно враховувати різноманітні фактори, такі як кількість пристроїв, тип мережі, тип протоколу, фізичні аспекти, мережеве обладнання та мережеві служби. Тільки за умови правильної настройки та належного захисту мережа може працювати ефективно та безпечно.

## **1.2 Аналіз типових технологій побудови мережі відповідно до стандарту IEEE 802.3**

Стандарт IEEE 802.3 (Ethernet) - це набір стандартів, який визначає фізичний та логічний рівні мережі Ethernet. Для побудови мережі відповідно до цього стандарту можна використовувати різні технології, найпопулярніші з яких описані нижче [4].

1. 10Base-T: ця технологія використовує виту пару категорії 3, 4 або 5 для передачі даних на швидкості до 10 Мбіт/с. Кожен пристрій підключається до мережі за допомогою RJ-45 роз'ємів. Для передачі даних використовується метод CSMA/CD.
2. 100Base-TX: ця технологія також використовує виту пару, але категорії 5 або вище. Швидкість передачі даних становить до 100 Мбіт/с. Також використовується метод CSMA/CD.
3. 1000Base-T: ця технологія використовує виту пару категорії 5e або вище для передачі даних на швидкості до 1 Гбіт/с. Для передачі даних використовується метод CSMA/CD або метод управління потоком.
4. 10GBase-T: ця технологія використовує виту пару категорії 6 або вище для передачі даних на швидкості до 10 Гбіт/с. Для передачі даних використовується метод управління потоком.
5. 1000Base-SX: ця технологія використовує оптичний кабель для передачі даних на швидкості до 1 Гбіт/с на відстань до 550 метрів.
6. 10GBase-SR: ця технологія також використовує оптичний кабель для передачі даних на швидкості до 10 Гбіт/с на відстань до 300 метрів.
7. 10GBase-LR: ця технологія використовує одномодовий оптичний кабель для передачі даних на швидкості до 10 Гбіт/с на відстань до 10 кілометрів.
8. 10GBase-ER: ця технологія використовує одномодовий оптичний кабель для передачі даних на швидкості до 10 Гбіт/с на відстань до 40 кілометрів.

Усі ці технології використовують протокол Ethernet для передачі даних, але вони відрізняються за швидкістю передачі даних, використовуваними типами кабелю та відстанню, на яку може бути передано сигнал. Вибір технології для побудови мережі залежить від потреб користувачів, вимог до швидкості передачі даних та відстані, на яку потрібно передати сигнал.

Також важливо зазначити, що в стандарті IEEE 802.3 передбачені різні типи мережевих пристроїв, які можна використовувати для побудови мережі. Найбільш поширеними з них є [4]:

1. Концентратор (Hub): це пристрій, який дозволяє підключити декілька пристроїв до мережі. Він працює на фізичному рівні мережі і повторює сигнал на всі підключені до нього пристрої.
2. Комутатор (Switch): це пристрій, який також дозволяє підключити декілька пристроїв до мережі. Проте, він працює на логічному рівні мережі і здатен пересилати пакети даних тільки до того пристрою, до якого вони призначені, що зменшує загальний обсяг трафіку в мережі.
3. Маршрутизатор (Router): це пристрій, який забезпечує підключення до різних мереж та керуванням рухом даних між ними. Він працює на рівні мережі та використовує різні протоколи, такі як IP, для передачі даних між різними мережами.
4. Шлюз (Gateway): це пристрій, який забезпечує підключення до мережі Інтернет або іншої зовнішньої мережі. Він може виконувати різні функції, такі як перетворення протоколів та захист від зовнішніх загроз.

Залежно від потреб користувачів та характеру мережі, можна використовувати різні комбінації цих пристроїв для побудови мережі. Наприклад, для невеликої мережі може вистачити одного комутатора та декількох комп'ютерів, а для більшої мережі може знадобитися декілька комутаторів, маршрутизаторів та шлюзів для забезпечення підключення до Інтернету або інших мереж. Також важливо зазначити, що стандарт IEEE 802.3 не є єдиним стандартом для побудови мережі. Існують інші стандарти, такі як Wi-Fi (IEEE 802.11) для бездротової мережі, Bluetooth (IEEE 802.15) для бездротового обміну даними між пристроями, та інші.

У будь-якому випадку, вибір технології та пристроїв для побудови мережі залежить від конкретних потреб користувачів та характеру мережі, а також від вартості та доступності пристроїв на ринку.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ НА БАЗІ «ТОВСТИХ» ТА «ТОНКИХ» КЛІЄНТІВ

Відповідно до основних компонентів корпоративної мережі для проектування обрано основний варіант - проектування локальної обчислювальної мережі для використання послуг обчислювальної мережі в інформаційних системах організації.

Завдання проектування присвячено проектування обчислювальних мереж (ЛВС) як основи комплексу технічних засобів інформаційних систем різних предметних областей (організацій та її підрозділів). При виконанні кваліфікаційної роботи треба розглянути наступні питання:

- провести порівняльний аналіз різних варіантів архітектури ЛОМ із системних позицій за основними параметрами: вартість, швидкодія, надійність, інформаційна безпека;
- розробити структурну схему локальних ЗС, з урахуванням обраного варіанта підключення до Internet, а також структуру апаратного та програмного забезпечення для надання обраного переліку послуг ЛОМ.

#### **2.1 Розробка логічної структури схеми офісного приміщення на базі «товстих» та «тонких» клієнтів**

Логічна структурна схема офісного приміщення на базі «товстих» та «тонких» клієнтів може бути розроблена наступним чином:

- Розташування сервера: сервер може бути розміщений в окремій кімнаті або на спеціальній стійці, яка забезпечує необхідну вентиляцію та захист від перешкод. За необхідності, сервер можна розташувати на віддаленому місці та підключатися до мережі за допомогою VPN-з'єднання [4].

- Підключення товстих клієнтів: товсті клієнти можуть бути підключені до сервера за допомогою локальної мережі (LAN). Кожен товстий клієнт повинен мати необхідне програмне забезпечення, яке встановлюється на локальний комп'ютер та підключається до сервера.
- Підключення тонких клієнтів: тонкі клієнти можуть бути підключені до сервера за допомогою протоколу RDP (Remote Desktop Protocol). Кожен тонкий клієнт має бути підключений до мережі та мати програмне забезпечення RDP-клієнта.
- Підключення пристроїв: інші пристрої, такі як принтери, сканери та інші периферійні пристрої, можуть бути підключені до сервера або до окремих комп'ютерів через USB-порти або мережеві підключення.
- Керування доступом: керування доступом до сервера та різних додатків може здійснюватися за допомогою різних методів аутентифікації та авторизації, таких як паролі, біометричні методи, ідентифікація за допомогою карток і т.д.
- Забезпечення безпеки: забезпечення безпеки даних та мережі може включати в себе встановлення фаєрволів, антивірусного програмного забезпечення та захисту від несанкціонованого доступу до мережі.
- Забезпечення резервного копіювання: для запобігання втрати даних у випадку непередбачуваних обставин (наприклад, збій обладнання, кібератака або природний катаклізм) необхідно забезпечити систему резервного копіювання даних.
- Моніторинг та підтримка: для ефективної роботи мережі необхідно забезпечити її моніторинг та підтримку. Це може включати в себе регулярну перевірку стану обладнання та програмного забезпечення, виявлення та вирішення проблем, оновлення систем та забезпечення безпеки даних.
- Резервування електропостачання: для забезпечення безперебійної роботи мережі необхідно забезпечити резервне електроживлення, що

може включати в себе встановлення генератора, UPS-системи або іншого обладнання.

- Масштабування мережі: при проектуванні мережі необхідно передбачити можливість масштабування в разі зростання числа користувачів або обсягу роботи. Це може включати в себе додавання нових комп'ютерів, серверів, мережевого обладнання та іншого обладнання.

Усі ці елементи можуть бути використані при розробці логічної структурної схеми офісного приміщення на базі товстих та тонких клієнтів. Результатом розробки такої схеми буде детальний план мережі, який допоможе забезпечити ефективну та безперебійну роботу всіх компонентів мережі.

### **2.1.1 Структурна схема комп'ютерної мережі з урахуванням «товстих» клієнтів.**

Для проведення аналізу критерію надійності необхідно спроектувати схему ЛОМ, що складається з «товстих» клієнтів, побудовану за топологією «зірка».

Припустимо, що відділ, який ми досліджуємо, буде складатися з 20 робочих місць і займатися якоюсь проектувальною діяльністю, використовуючи відповідне ПО. Таким чином, для побудови ЛОМ на базі «товстих» клієнтів нам знадобиться: 20 робочих станцій, сервер, принтер. Усі пристрої будуть з'єднані в одну мережу через комутатор. Структурна схема буде мати вигляд рис. 2.1.

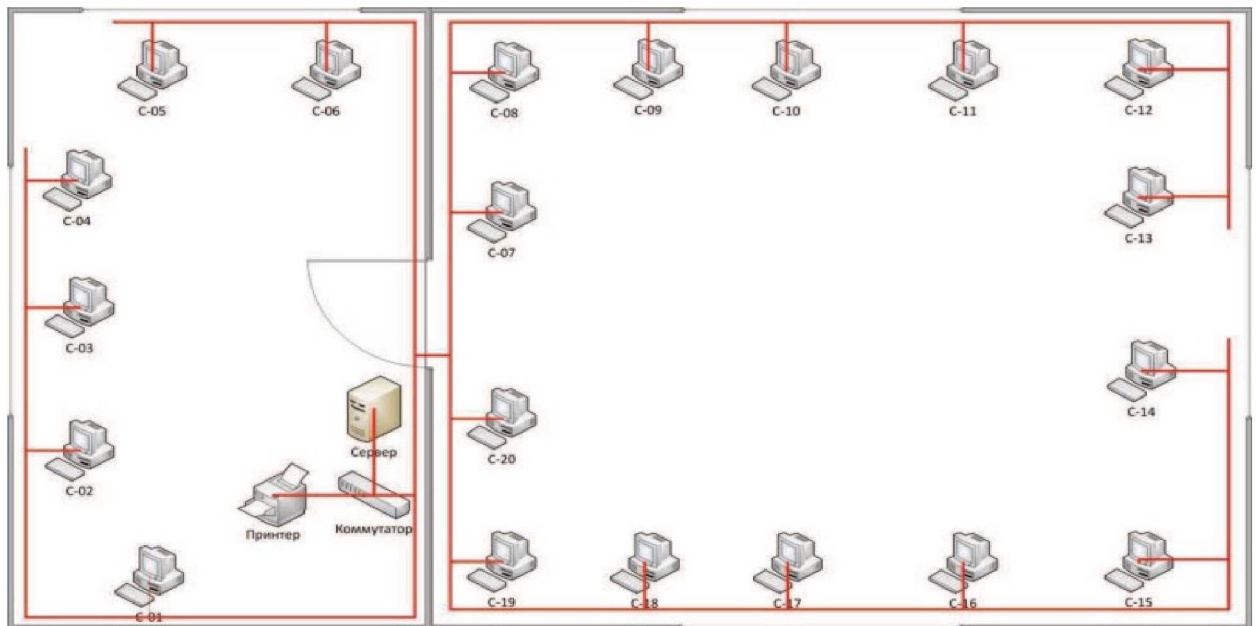


Рис. 2.1 - Схема ЛОМ на базі «товстих» клієнтів

Комп'ютерна мережа на базі "товстих" клієнтів може складатися з таких компонентів [5]:

1. Сервер, який забезпечує зберігання даних та обробку запитів від клієнтів.
2. Клієнти, які підключені до сервера та отримують доступ до даних та програм через мережу.
3. Мережеві карти, які забезпечують підключення клієнтів до мережі.
4. Мережеві комутатори, які забезпечують передачу даних між клієнтами та сервером.
5. Маршрутизатори, які забезпечують маршрутизацію даних в мережі.
6. Кабелі, які забезпечують фізичне з'єднання компонентів мережі.
7. Програмне забезпечення, яке запущене на сервері та використовується клієнтами для обробки даних та виконання завдань.
8. Система захисту від несанкціонованого доступу, яка забезпечує безпеку даних в мережі.
9. Система резервного копіювання, яка забезпечує резервне копіювання даних для запобігання втраті даних у випадку непередбачуваних обставин.

10. Система моніторингу та підтримки, яка забезпечує моніторинг та підтримку мережі для забезпечення її ефективною та безперебійною роботи.

У наступному розділі будуть розраховані показники надійності розробленої мережі.

### 2.1.2 Особливості побудови комп'ютерної мережі на базі «тонких» клієнтів.

Для побудови ЛОМ із «тонких» клієнтів знадобиться 20 термінальних станцій, сервер, принтер, а також термінальний сервер, на якому забезпечується доступ користувачів через «тонкий» клієнт до необхідних для роботи ресурсів. Усі пристрої буду з'єднані в одну мережу через комутатор рис.2.2.

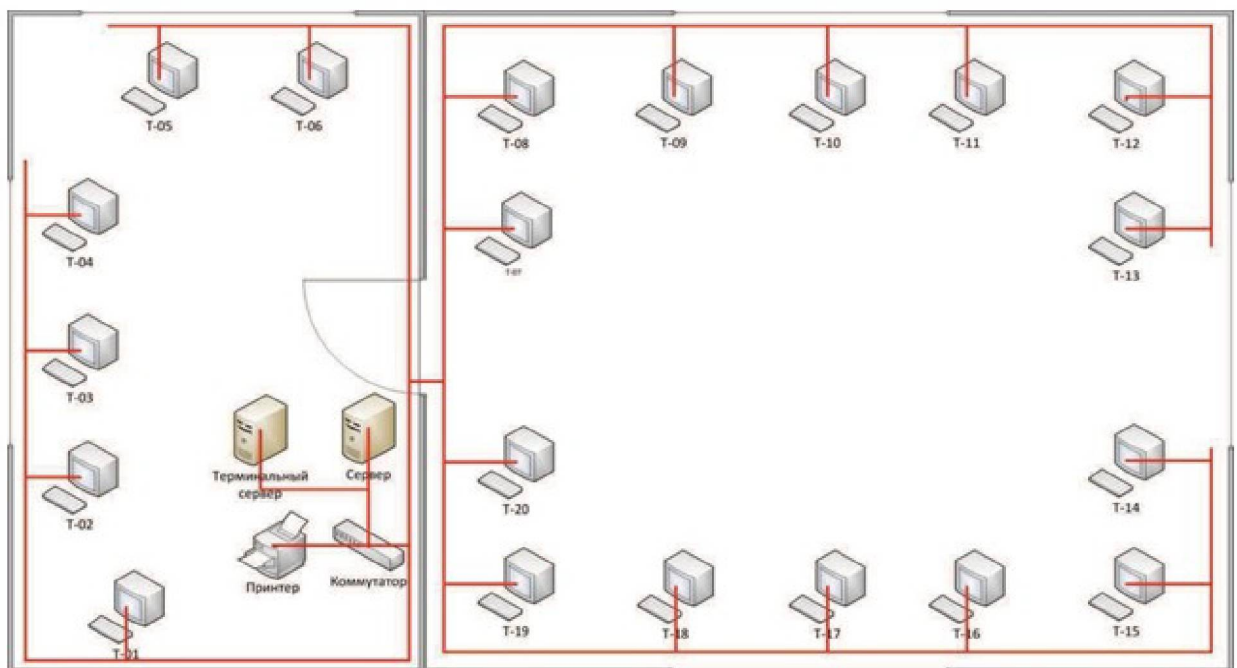


Рис. 2.2 - Схема ЛОМ на базі «тонких» клієнтів

До особливостей побудови ЛОМ на базі «тонких» клієнтів можна віднести [5]:

1. Серверна інфраструктура. Мережа на базі "тонких" клієнтів вимагає наявності серверів, які надають клієнтам послуги, тобто сервери, на яких розміщуються програми, що надаються в якості сервісу. Ці сервери повинні мати достатню потужність та ресурси для обслуговування всіх клієнтів.
2. Мережева інфраструктура: Мережа на базі "тонких" клієнтів повинна бути розгалуженою та містити необхідну кількість комутаторів та маршрутизаторів для забезпечення високої швидкості передачі даних.
3. Захист даних: При роботі з "тонкими" клієнтами, дана зберігається на сервері. Це означає, що виникає потреба в захисті даних на сервері та забезпеченні безпеки мережі. Для цього можуть використовуватися різні методи захисту, такі як автентифікація, авторизація та шифрування даних.
4. Підтримка: Оскільки клієнти не мають власної операційної системи та програмного забезпечення, технічне обслуговування та оновлення програм повинно здійснюватися на сервері. Це означає, що адміністратор мережі повинен бути досвідченим у роботі з серверами та програмним забезпеченням.
5. Підтримка мережевих протоколів: Для роботи з "тонкими" клієнтами, необхідно підтримувати спеціальні мережеві протоколи, такі як RDP, ICA або VNC. Ці протоколи забезпечують передачу відео та аудіо даних між сервером та клієнтом.
6. Використання терміналів: У більшості випадків, "тонкі" клієнти представляють собою термінали, які підключаються до серверів. Це означає, що клієнт не може працювати без сервера та залежить від його доступності та надійності.
7. Ресурсоємність: У разі якщо програми вимагають великої кількості обчислювальних ресурсів, комп'ютерна мережа на базі "тонких" клієнтів може не бути найкращим рішенням.

Узагалі, побудова комп'ютерної мережі на базі "тонких" клієнтів може бути вигідною для підприємств, що мають велику кількість користувачів та потребують високої безпеки даних. Однак, перед впровадженням такої мережі необхідно ретельно зважити на всі переваги та недоліки і врахувати специфіку своєї організації та бізнес-потреб.

Наприклад, компанії, що мають велику кількість працівників, які використовують лише деякі програми, можуть скористатися "тонкими" клієнтами, щоб зменшити витрати на закупівлю та підтримку обладнання.

Однак, для компаній, що потребують великої кількості обчислювальних ресурсів або роботи з графічними додатками, такий підхід може бути неефективним.

Крім того, "тонкі" клієнти можуть бути корисними для організацій, що працюють з конфіденційною інформацією, так як вони забезпечують високий рівень безпеки даних та зменшують ризик витоку інформації через крадіжку чи втрату комп'ютерів.

У будь-якому випадку, перед впровадженням комп'ютерної мережі на базі "тонких" клієнтів необхідно провести ретельний аналіз та оцінку потреб бізнесу, технічні характеристики обладнання та програмного забезпечення, вартість розгортання та підтримки мережі, а також можливі ризики та проблеми, що можуть виникнути.

## **2.2 Вибір математичного апарату для розрахунку надійності комп'ютерної мережі**

Для розрахунку надійності комп'ютерної мережі можна використовувати різні математичні апарати. Ось декілька з них [5]:

- Теорія надійності: Це математична дисципліна, яка вивчає надійність систем. Вона використовує різні моделі та методи для оцінки

ймовірності відмов компонентів мережі та загальної надійності системи в цілому.

- Теорія черг: Використання чергових моделей може допомогти аналізувати трафік в комп'ютерній мережі та оцінювати ймовірність виникнення заторів або відмов. Наприклад, модель M/M/1 дозволяє аналізувати надходження трафіку та обробку вузлами.
- Метод Монте-Карло: Цей метод базується на статистичних симуляціях та дозволяє оцінювати надійність системи, запускаючи випадкові експерименти. Він може бути застосований до моделювання надійності комп'ютерної мережі та оцінки ймовірності відмов.
- Методи графів: Графовий аналіз може бути використаний для моделювання комп'ютерної мережі та оцінки надійності. Графи можуть представляти компоненти мережі та їх взаємозв'язки, дозволяючи визначити можливі шляхи відмов та оцінити вплив окремих компонентів на загальну надійність мережі.
- Методи імітаційного моделювання: Ці методи дозволяють створювати віртуальну модель комп'ютерної мережі та проводити експерименти для оцінки надійності. Вони можуть використовувати статистику реального трафіку та відмов для створення реалістичних сценаріїв взаємодії компонентів мережі. Це дозволяє оцінювати надійність мережі, перевіряти різні конфігурації мережі та аналізувати їх ефективність.

Вибір конкретного математичного апарату залежить від конкретних потреб та характеристик комп'ютерної мережі. Наприклад, для простих мереж з невеликою кількістю компонентів та простою структурою може бути ефективним застосування теорії надійності або методів графів

### 2.2.1 Вибір способу розрахунку показників надійності комп'ютерної мережі:

Для розрахунку надійності комп'ютерної мережі можуть бути використані різні математичні апарати, залежно від особливостей мережі та мети розрахунків. Але, для дослідження можуть бути обрані наступні [5]:

1. Теорія надійності систем. Цей математичний апарат дозволяє розрахувати надійність системи з урахуванням можливості відмов окремих компонентів та їх взаємодії. Для цього можна використовувати розрахунки часу напрацювання на відмову окремих компонентів.
2. Системний аналіз. Цей математичний апарат дозволяє розглянути систему як цілісний об'єкт та оцінити її функціонування з урахуванням взаємодії компонентів мережі та їх взаємозалежності. Для цього можна використовувати розрахунки часу напрацювання на відмову для усієї системи, коефіцієнт готовності та інше.
3. Теорія чергування. Цей математичний апарат дозволяє моделювати роботу компонентів мережі з урахуванням можливості виникнення чергування процесів. Для цього можна використовувати розрахунки ймовірності та середнього часу очікування в черзі для компонентів мережі.
4. Моделювання подійної системи. Цей математичний апарат дозволяє моделювати роботу мережі на основі випадкових подій та імовірностей відмов компонентів мережі. Для цього можна використовувати стохастичні моделі та методи аналізу станів системи.

Застосування цих математичних методів дозволить визначити надійність комп'ютерної мережі та ідентифікувати можливі проблемні місця в її функціонуванні. Отже, вибір математичного апарату для розрахунку надійності комп'ютерної мережі повинен бути зроблений з урахуванням конкретної задачі та характеристик мережі.

При виборі математичного апарату для розрахунку надійності комп'ютерної мережі, необхідно враховувати такі фактори [6]:

1. Характеристики мережі. Різні математичні апарати можуть бути більш ефективними для розрахунку надійності різних типів мереж. Наприклад, для розрахунку надійності простої мережі з лінійною топологією можна використовувати простіші математичні моделі, ніж для розрахунку надійності складних мереж зі складною топологією.
2. Доступні дані. Для розрахунку надійності мережі потрібні відомості про параметри окремих компонентів мережі та їх взаємодію. Якщо такі дані недоступні або недостовірні, то використання складніших математичних моделей може бути непридатним.
3. Мета розрахунків. Різні математичні апарати можуть бути більш ефективними для досягнення різних цілей. Наприклад, для розрахунку максимальної надійності мережі можна використовувати складніші математичні моделі, ніж для розрахунку середньої надійності мережі.
4. Вимоги до точності розрахунків. Різні математичні апарати можуть мати різну точність, що може впливати на результати розрахунків. Наприклад, для розрахунку надійності мережі з високими вимогами до точності можна використовувати складніші математичні моделі, ніж для розрахунку надійності мережі з меншими вимогами до точності.
5. Ступінь складності системи. Розрахунок надійності складної мережі з великою кількістю компонентів та взаємодій може вимагати використання складніших математичних моделей та більш потужних обчислювальних ресурсів.
6. Можливість врахування факторів, що впливають на надійність мережі. Деякі математичні апарати можуть дозволяти враховувати додаткові фактори, такі як рівень захисту від кібератак або можливість відновлення мережі після відмови компоненту.

7. Ресурс-місткість математичного апарату. Використання деяких складніших математичних моделей може вимагати більшої кількості часу та ресурсів для їхнього розрахунку, що може бути неприйнятним для певних задач або в умовах обмежених ресурсів.

Пакетна надійність ЛВС визначається на двох етапах. Спочатку визначається надійність елементів відокремлено, після чого обчислюється пакетна надійність ЛВС в цілому. Після цього визначаються комплекти запасних частин, їхніх параметрів та приналежності (ЗІП) для кожної з ЛВС. Схема послідовності дій при пакетному обчисленні надійності виконується в ході інженерно-технічного аналізу IDEF0 та подана на рис.2.3.

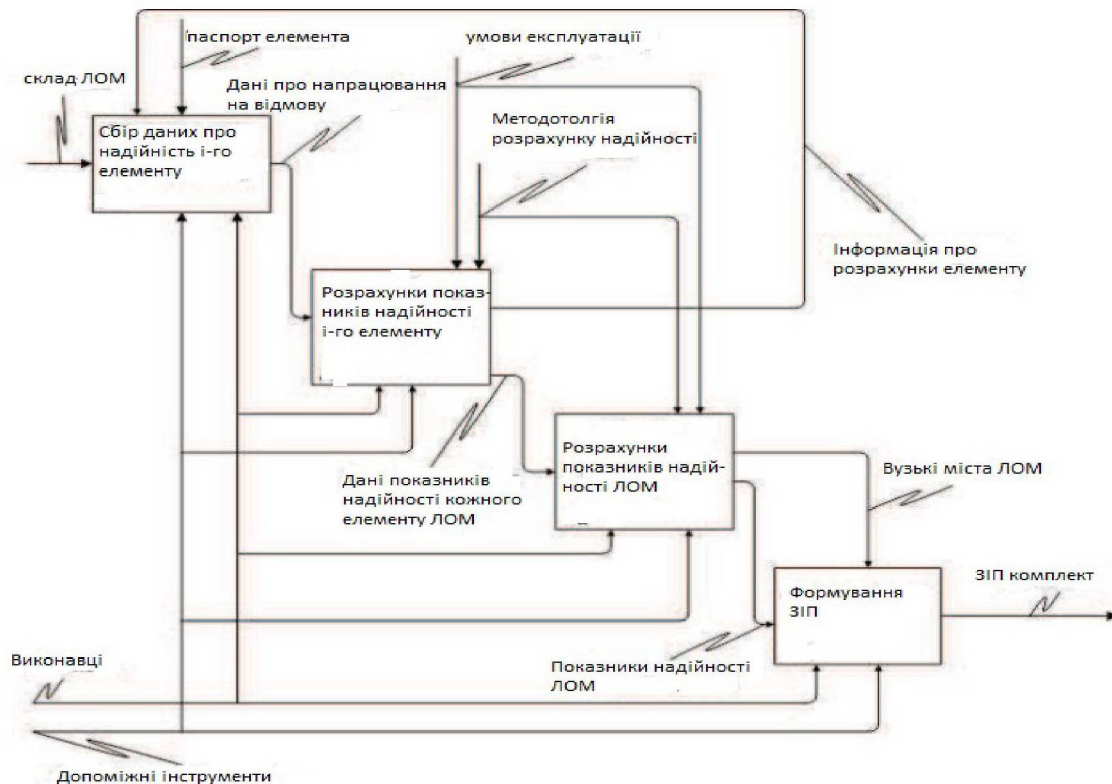


Рис. 2.3 - Схема послідовності розрахунків надійності системи

Після визначення надійності елементів окремо та комплектів запасних частин, проводиться розрахунок пакетної надійності ЛВС в цілому. Для цього зазвичай використовуються математичні моделі, такі як модель відмов та відновлення (Failure and Recovery Model) або модель маршрутів (Path

Model). В залежності від характеристик мережі та вимог до точності розрахунків можуть використовуватися різні математичні апарати.

Після отримання результатів розрахунку пакетної надійності ЛВС визначається оптимальний спосіб створення запасу запасних частин для кожної з ЛВС. Це зазвичай здійснюється з використанням методів оптимізації, які дозволяють знайти оптимальне співвідношення між кількістю запасних частин та їх параметрами та приналежністю (ЗП). Оптимальний спосіб створення запасу дозволяє забезпечити найвищу можливу надійність ЛВС при мінімальних витратах на запасні частини.

Також важливим етапом при розрахунку показників надійності комп'ютерної мережі є визначення основних факторів, які можуть впливати на її надійність. Серед таких факторів можна виділити топологію мережі, кількість та характеристики вузлів та комунікаційних ліній, застосовані протоколи мережі, технології маршрутизації, резервування каналів, рівень завантаження мережі тощо. Крім того, важливим аспектом є перевірка відповідності надійності мережі вимогам користувачів та рівня сервісу, який надається. Для цього можуть використовуватися методи моделювання та симуляції мережі, які дозволяють оцінити її надійність та продуктивність в різних умовах експлуатації.

Загалом, вибір способу розрахунку показників надійності комп'ютерної мережі повинен залежати від її характеристик, вимог користувачів та рівня сервісу, який надається, і може включати в себе використання різних методів та математичних моделей.

Таким чином, математична модель розрахунку показників надійності розроблених структурних схем мережі буде мати наступний вигляд.

Розрахунок напрацювання на відмову системи проводиться за такою формулою [6]:

$$T_o = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{oi}}} \quad (2.1)$$

де  $T_{oi}$  – напрацювання на відмову  $i$ -го окремого елемента.

Коефіцієнт готовності розраховується за такою формулою [6]:

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_B} \quad (2.2)$$

Напрацювання на відмову сукупності робочих станцій, що є схемою з навантаженим резервуванням, розраховується за такою формулою [6]:

$$T_o = \frac{1}{\lambda} \frac{\sum_{i=0}^m C_N^i (\lambda T_{BЭ})^i}{C_N^m (\lambda T_{BЭ})^m} \quad (2.3)$$

де:  $m$  – кількість резервних елементів;

$N$  – загальна кількість елементів;

$\lambda$  – інтенсивність відмов;

$T_{BE}$  – час відновлення одного елемента, при цьому час відновлення такої системи розраховується за такою формулою [6]:

$$T_{BE} = \frac{T_{BЭ}}{m+1} \quad (2.4)$$

Розрахунок напрацювання на відмову сервера та всієї системи загалом наводиться за формулою [6]:

$$T_o = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{oi}}} \quad (2.5)$$

Наведена математична модель дозволяє обчислити показники надійності приймаючи до уваги структуру мережі.

Блок-схема алгоритму розрахунку надійності мережі з урахуванням кратного резервування має такий вигляд, як представлено на рис.2.4.

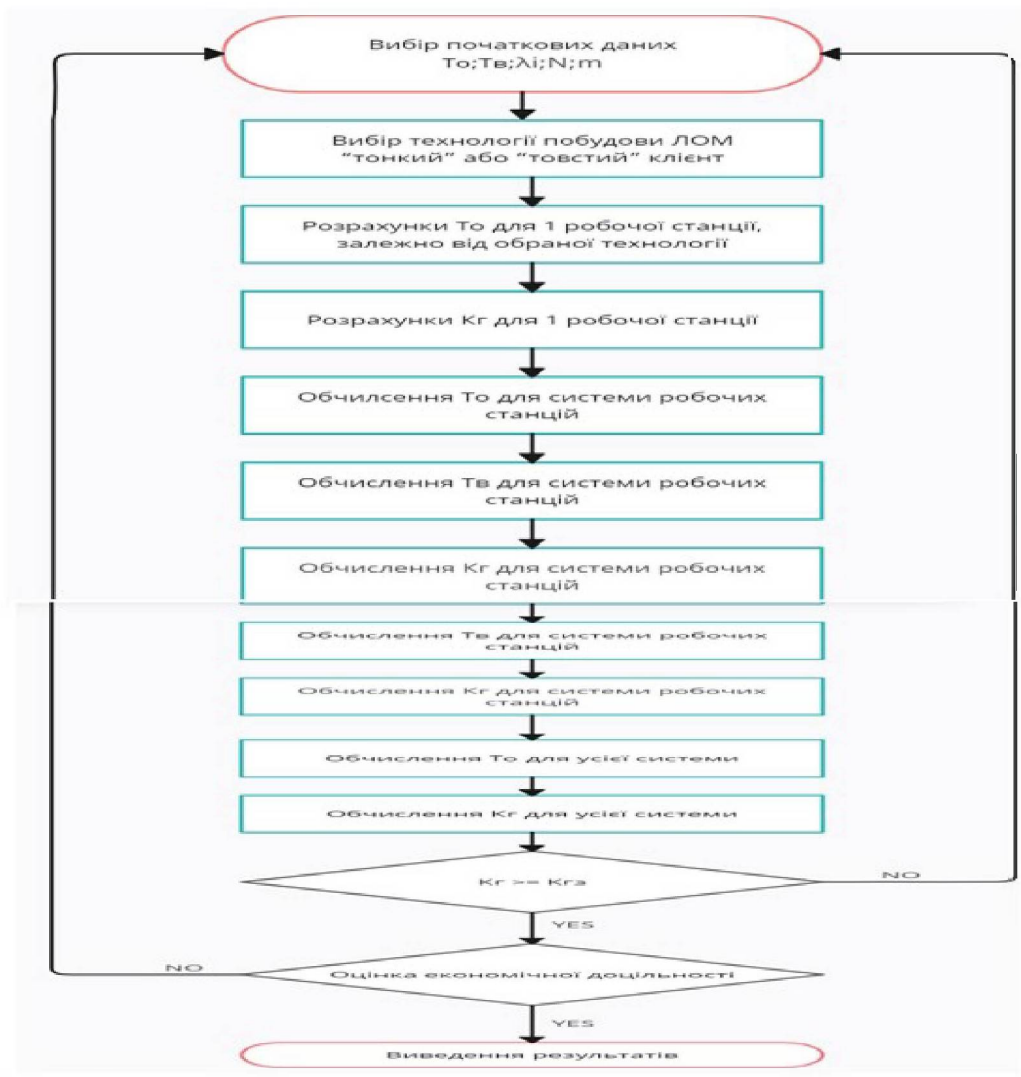


Рис. 2.4 - Блок-схема алгоритму розрахунку надійності мережі з урахуванням кратного резервування

Опис схеми:

На початку алгоритму здійснюється вибір початкових даних. Після цього, необхідно вибрати технологію, для якої будуть виконуватись подальші розрахунки. Далі, необхідно розрахувати час напрацювання на відмову ( $T_0$ ) та коефіцієнт готовності ( $K_r$ ) для однієї робочої станції, щоб пізніше визначити ці показники для всієї системи. Після цього, розраховуються ( $T_0$ ), ( $K_r$ ) та час відновлення ( $T_v$ ) для системи робочих станцій. Наступним кроком є визначення ( $T_0$ ) та ( $K_r$ ) для всієї ЛОМ. Потім необхідно перевірити коректність коефіцієнтів готовності, порівнявши їх із заданим ( $K_{r3}$ ). Якщо  $(K_r) \geq (K_{r3})$ , то перевірку вважається успішною. Якщо умова не виконується, то в технології «товстий» клієнт збільшують значення  $m$  – кількість резервних станцій. На передостанньому етапі проводиться оцінка економічної доцільності використання ЛОМ з таким набором пристроїв і в той же час відбувається вибір технології побудови мережі. І на останньому етапі алгоритму ми отримуємо кінцеві результати та порівнюємо їх.

### **2.2.2 Перевірка математичної моделі на адекватність; простоту; об'єктивність; чутливість; стійкість.**

Перевірка математичної моделі на адекватність, простоту, об'єктивність, чутливість та стійкість є важливим етапом в процесі її створення та використання. Оцінка цих характеристик допомагає забезпечити надійність та точність моделі та підвищити її ефективність [6].

- Адекватність моделі визначається тим, наскільки точно вона відображає реальні процеси та події, які є предметом дослідження. Ця оцінка зазвичай здійснюється порівнянням результатів, отриманих з використанням моделі, з експериментальними даними або даними, отриманими з інших джерел. Якщо модель дозволяє отримати

результати, які добре корелюють з реальними даними, то її можна вважати адекватною.

- Простота моделі визначається її складністю та кількістю параметрів. Модель повинна бути достатньо простою, щоб її можна було легко використовувати та розуміти, але водночас достатньо складною, щоб вона могла відображати реальні процеси та події. Забагато параметрів може призвести до перенавантаження моделі та зниження її точності.
- Об'єктивність моделі: модель повинна відображати реальність об'єктивно та точно. При побудові математичної моделі необхідно враховувати всі чинники, які впливають на процес, і досліджувати їх взаємодію. Також важливо, щоб модель була незалежною від конкретного виконавця та його особистих переконань, щоб не було відхилень в результаті моделювання через суб'єктивність дослідника.
- Чутливість моделі: відображає здатність моделі реагувати на зміну вхідних даних. Якщо невелика зміна вхідних даних призводить до значних змін у вихідних даних, то модель вважається чутливою. Це може бути як плюсом, так і мінусом, залежно від мети використання моделі.
- Стійкість моделі: відображає здатність моделі давати стабільні результати при незначних змінах вхідних даних. Якщо незначні зміни вхідних даних не впливають на результат, то модель вважається стійкою.

Перевірка математичної моделі на ці характеристики допоможе визначити її реальну ефективність і вплив на прийняття рішень. Крім того, це дозволить виявити можливі недоліки моделі та ввести необхідні корективи.

## РОЗДІЛ 3

### КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Роботу математичної моделі проведемо на прикладі. Для математичної моделі розробленої в пункті 2.3.3 та структурної схеми мереж, яка представлена на рис.2.1 та рис.2.2 в якості вхідних даних використаємо наступні:

- монітор Samsung 957MB з показником напрацювання на відмову - 750000 годин;
- миша і клавіатура HP з показником напрацювання на відмову по 100000 годин;
- Системна плата Intel DP55WP HP з показником напрацювання на відмову – 100000 годин;
- Блок живлення Intel HP з показником напрацювання на відмову – 100000 годин;
- Система охолодження Intel HP з показником напрацювання на відмову – 55000 годин;
- Процесор Intel Core i7 HP з показником напрацювання на відмову – 550000 годин;
- Оперативна пам'ять Kingston DDR3 KVR1066D3N7/4G 4GB x2 – 500000 годин;
- Відеокарта GeForce GT 240 – 55000 годин;
- Жорсткий диск будь-якого виробника - оцінно 500000 годин.

Дані з напрацювання про відмову інших складових ЛОМ для «тонких» і «товстих» клієнтів:

- Сервера Intel – від 45000 до 55000 годин (дані взяті з офіційного сайту компанії Intel);

- комутатора SRW2024 - 24-Port 10/100/1000 Gigabit Switch – 98690 годин;
- Термінальна станція UTC55i Ultra Thin Client by Kingsem – 400000 годин (дані взяті з офіційного сайту компанії Kingsem).

Також приведемо таблицю часу на відновлення кожного елементу системи:

Таблиця 3.1

### Час відновлення окремих елементів

Елемент системи	Час відновлення (година)
Робоча станція	24
Термінальна станція	3
Сервер	4
Комутатор	1

### 3.1 Розрахунок показників надійності комп'ютерної мережі з урахуванням «товстий» клієнт

Розрахунок математичної моделі виконаємо за допомогою MS Excel 2010.

По перше, проведемо розрахунки  $T_0$  – напрацювання на відмову робочої станції, використовуючи паспортні дані кожного окремого елемента, який входить до робочої станції, за формулою:

$$T_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{oi}}} \quad (2.1)$$

де,  $T_{O_i}$  – напрацювання на відмову  $i$ -го окремого елемента.

Підставимо дані:

$$T_{O_{ws}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n=9} \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{750000} + \frac{1}{100000} + \frac{1}{100000} + \frac{1}{100000} + \frac{1}{55000} + \frac{1}{55000} + \frac{1}{550000} + \frac{1}{500000} + \frac{1}{550000}}$$

$$= \frac{1}{0,000001 + 0,00001 + 0,00001 + 0,00001 + 0,00002 + 0,00002 + 0,000002 + 0,000002 + 0,00002 + 0,00002}$$

Тепер можемо розрахувати напрацювання на відмову для системи робочих станцій. Будемо розраховувати для різної кількості робочих станцій. Наприклад, від 20 до 70, з інтервалом у 10 робочих станцій при 2 резервних та від 21 до 71, з інтервалом в 10 для 3 резервних станцій.

Розрахунки будемо проводити за формулою:

$$T_{O_{wssys}} = \frac{1}{\lambda} \times \frac{\sum_{i=0}^m C_N^i (\lambda T_{BE})^i}{C_N^m (\lambda T_{BE})^m} \quad (2.3)$$

Розрахуємо  $T_o$  для різної кількості робочих і 2 резервних станцій:

$\lambda = 0,00082$  – інтенсивність відмов.

- Для 18 робочих станцій і 2 резервних:

$$T_{O_{wssys}} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 20 * (0,00082 * 24) + 190 * (0,00082 * 24)^2}{190 * (0,00082 * 24)^2} = \frac{1,467}{0,00082 * 0,073587} = 24312 \text{ (год)}$$

- Для 28 робочих станцій і 2 резервних:

$$T_{O_{wssys}} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 30 * (0,00082 * 24) + 435 * (0,00082 * 24)^2}{435 * (0,00082 * 24)^2} = \frac{1,759}{0,00082 * 0,1684} = 12 \text{ 732 (год)}$$

- Для 38 робочих станцій і 2 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 40 * (0,00082 * 24) + 780 * (0,00082 * 24)^2}{780 * (0,00082 * 24)^2} = \frac{2,0892}{0,00082 * 0,302} = 8434 \text{ (годин)}$$

- Для 48 робочих станцій і 2 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 50 * (0,00082 * 24) + 1225 * (0,00082 * 24)^2}{780 * (0,00082 * 24)^2} = \frac{2,4584}{0,00082 * 0,4744} = 6319 \text{ (годин)}$$

- Для 58 робочих станцій і 2 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 60 * (0,00082 * 24) + 1770 * (0,00082 * 24)^2}{780 * (0,00082 * 24)^2} = \frac{2,8663}{0,00082 * 0,6855} = 5100 \text{ (годин)}$$

- Для 68 робочих станцій і 2 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 70 * (0,00082 * 24) + 2415 * (0,00082 * 24)^2}{780 * (0,00082 * 24)^2} = \frac{3,3129}{0,00082 * 0,9353} = 4320 \text{ (годин)}$$

Тепер розрахуємо  $T_{BE}$ - час відновлення системи за формулою:

$$T_{BE} = \frac{m_{be}}{m+1} \quad (2.4)$$

Підставимо дані:

$$T_{BE} = \frac{24}{2+1} = 8 \text{ (годин)}.$$

Тепер проведемо ті ж самі розрахунки  $T_o$ , але для 3 резервних станцій:

- Для 18 робочих станцій і 3 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 21 * (0,00082 * 24) + 210 * (0,00082 * 24)^2 + 1330 * (0,00082 * 24)^3}{1330 * (0,00082 * 24)^3} = \frac{1,50}{0,00082 * 24}$$

- Для 28 робочих станцій і 3 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 31 * (0,00082 * 24) + 465 * (0,00082 * 24)^2 + 4495 * (0,00082 * 24)^3}{4495 * (0,00082 * 24)^3} = \frac{1,30}{0,00082 * 24}$$

- Для 38 робочих станцій і 3 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 41 * (0,00082 * 24) + 820 * (0,00082 * 24)^2 + 10660 * (0,00082 * 24)^3}{10660 * (0,00082 * 24)^3} = \frac{2}{0,00082 * 24}$$

- Для 48 робочих станцій і 3 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 51 * (0,00082 * 24) + 1275 * (0,00082 * 24)^2 + 20825 * (0,00082 * 24)^3}{20825 * (0,00082 * 24)^3} = \frac{2}{0,00082 * 24}$$

- Для 58 робочих станцій і 3 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 61 * (0,00082 * 24) + 1830 * (0,00082 * 24)^2 + 35990 * (0,00082 * 24)^3}{35990 * (0,00082 * 24)^3} = \frac{3}{0,00082 * 24}$$

- Для 68 робочих станцій і 3 резервних:

$$T_{Owssys} = \frac{1}{0,00082} \times \frac{1 + 71 * (0,00082 * 24) + 2485 * (0,00082 * 24)^2 + 57155 * (0,00082 * 24)^3}{57155 * (0,00082 * 24)^3} = \frac{3}{0,00082 * 24}$$

Тепер розрахуємо  $T_{BE}$  - час відновлення системи за тією ж самою формулою:

- $T_{BE} = \frac{24}{3+1} = 6$  (годин).

Далі розраховуємо коефіцієнти готовності для розрахованих вище систем з 2 резервними станціями за формулою:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{T_{O\text{wssys}}}{T_{O\text{wssys}} + T_{BE}} \quad (3.1)$$

- Для 18 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{24312}{24312 + 8} \approx 0,9997$$

- Для 28 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{12\ 732}{12\ 732 + 8} \approx 0,9994$$

- Для 38 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{8434}{8434 + 8} \approx 0,9991$$

- Для 48 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{6319}{6319 + 8} \approx 0,9987$$

- Для 58 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{5100}{5100 + 8} \approx 0,9984$$

- Для 68 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{4320}{4320 + 8} \approx 0,9982$$

Тепер розраховуємо коефіцієнти готовності для розрахованих вище систем з 3 резервними станціями за тією ж самою формулою:

- Для 18 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{181960}{181960 + 6} \approx 0,99997$$

- Для 28 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{48496}{48496 + 6} \approx 0,99988$$

- Для 38 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{33171}{33171 + 6} \approx 0,99982$$

- Для 48 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{20406}{20406 + 6} \approx 0,99971$$

- Для 58 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{14155}{14155 + 6} \approx 0,99958$$

- Для 68 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{z\text{wssys}} = \frac{10624}{10624 + 6} \approx 0,99944$$

Тепер розрахуємо  $T_o$  для одного сервера за середнім значенням:

$$T_{O\text{serv}} = \frac{45000 + 55000}{2} = 50000 \text{ (часов)}$$

Отже, можемо розрахувати час напрацювання на відмову для усієї структурної схеми побудованої на базі «товстих клієнтів» для різної кількості робочих та резервних станцій :

Для цього будемо використовувати формулу:

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{O_i}}} \quad (2.5)$$

Спочатку виконаємо розрахунки для системи з 2 резервними станціями:

- Розрахуємо для 18 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{24312} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00004 + 0,00001} \approx 14285 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 28 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{12732} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00008 + 0,00001} \approx 9213 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 38 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{8434} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00012 + 0,00001} \approx 6730 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 48 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{6319} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00016 + 0,00001} \approx 5312 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 58 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{5100} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000196 + 0,00001} \approx 4423 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 68 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{4320} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00023 + 0,00001} \approx 3824 \text{ ( годин)}$$

Тепер виконуємо ті ж самі розрахунки, але з 3 резервними станціями:

- Розрахуємо для 18 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{181960} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000005 + 0,00001} \approx 28571 \text{ ( годин)}$$

- Розрахуємо для 28 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{48496} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000021 + 0,00001} \approx 19607 \text{ ( годин)}$$

- Розрахуємо для 38 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{33171} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00003 + 0,00001} \approx 16\ 666 \text{ ( годин)}$$

- Розрахуємо для 48 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{20406} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000049 + 0,00001} \approx 12\ 658 \text{ ( годин)}$$

- Розрахуємо для 58 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{14155} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000071 + 0,00001} \approx 9900 \text{ ( годин)}$$

- Розрахуємо для 68 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{10624} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000094 + 0,00001} \approx 8065 \text{ ( годин)}$$

Знайдемо коефіцієнти готовності для сервера та комутатора:

- $K_{\text{serv}} = \frac{50000}{50000 + 4} = 0,99992$
- $K_{\text{sw}} = \frac{98690}{98690 + 1} = 0,99998$

Далі для розрахунків використовуємо формулу:

$$K_{\text{змк}} = \prod_{i=1}^n K_{\text{зел}} \quad (3.2)$$

, де  $K_{\text{зел}}$  - коефіцієнти готовності усіх окремих елементів системи.

Спочатку виконуємо розрахунки для системи із 2 резервними станціями:

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 18 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{\text{змк}} = 0,9997 * 0,99992 * 0,99998 = 0,999600$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 28 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{зтк} = 0,9994 * 0,99992 * 0,99998 = 0,999300$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 38 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{зтк} = 0,9991 * 0,99992 * 0,99998 = 0,999001$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 48 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{зтк} = 0,9987 * 0,99992 * 0,99998 = 0,998601$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 58 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{зтк} = 0,9984 * 0,99992 * 0,99998 = 0,998300$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 68 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{зтк} = 0,9982 * 0,99992 * 0,99998 = 0,9981002$$

Тепер виконуємо розрахунки для системи із 3 резервними станціями:

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 18 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{зтк} = 0,99997 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99987$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 28 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{зтк} = 0,99988 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99978$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 38 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{зтк} = 0,99982 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99972$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 48 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{зтк} = 0,99971 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99961$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 58 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{\text{зтк}} = 0,99958 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99948$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 68 робочих станцій і 3 резервних:

$$K_{\text{зтк}} = 0,99944 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99934$$

### 3.2 Розрахунок показників надійності комп'ютерної мережі з урахуванням «тонкий» клієнт

Тепер, можемо розрахувати час напрацювання на відмову для усієї структурної схеми побудованої на базі «тонких клієнтів».

Але для цього нам необхідно розрахувати час напрацювання на відмову для системи серверів:

- $T_{O_{\text{serv}}} \approx 878000$  (годин)

Також бажано знайти час, який потрібен на відновлення системи серверів:

- $T_{\text{еe}} = \frac{3}{2+1} = 1$  (година).

Далі розраховуємо коефіцієнти готовності для системи серверів за формулою:

$$K_{\text{звссы}} = \frac{T_{O_{\text{wssys}}}}{T_{O_{\text{wssys}}} + T_{\text{e}}} = \frac{878000}{878001} = 0,999998$$

Тепер можна розрахувати і час напрацювання на відмову для усієї системи побудованої на базі «тонких клієнтів»:

- Спочатку розраховуємо для 18 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{ВідТОН}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{24312} + \frac{1}{98690} + \frac{1}{50000}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00004 + 0,00001} \approx 19570 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 28 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{ВідТОН}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{12732} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00008 + 0,00001} \approx 10977 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 38 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{ВідТОН}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{8434} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00012 + 0,00001} \approx 7627 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 48 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{ВідТОН}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{6319} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00016 + 0,00001} \approx 5845 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 58 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{ВідТОН}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{5100} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,000196 + 0,00001} \approx 4828 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 68 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{ВідТОН}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{4320} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00023 + 0,00001} \approx 4147 \text{ (годин)}$$

Після усіх проведених вище розрахунків можемо розрахувати коефіцієнти готовності для систем побудованих на базі «тонких» клієнтів.

Для цього будемо використовувати час напрацювання на відмову з різною кількістю робочих станцій:

Спочатку знайдемо коефіцієнти готовності для сервера та комутатора:

- $K_{zserv} = \frac{50000}{50000+4} = 0,99992$
- $K_{zsw} = \frac{98690}{98690+1} = 0,99998$

Далі для розрахунків використовуємо формулу:

$$K_{zmk} = \prod_{i=1}^n K_{zel} \quad (3.2)$$

, де  $K_{zel}$ -коефіцієнти готовності усіх окремих елементів системи

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 18 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{zmk} = 0,9997 * 0,999998 * 0,99998 * 0,99992 = 0,99959$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 28 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{zmk} = 0,9994 * 0,999998 * 0,99998 * 0,99992 = 0,99938$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 38 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{zmk} = 0,9991 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99908$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 48 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{zmk} = 0,9987 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99867$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 58 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{\text{зтк}} = 0,9984 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99838$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 68 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{\text{зтк}} = 0,9982 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99818$$

### 3.3 Порівняння ефективності функціонування комп'ютерної мережі з урахуванням «товстий» і «тонкий» клієнт

Побудуємо таблицю з розрахунками:

Таблиця 3.2

#### Порівняльна таблиця отриманих результатів

Кількість робочих станцій (без резервних)	Час напрацювання на відмову ( $T_{\text{ВідТОВ}}$ ) для «товстих» клієнтів (годин) з 2 резервними станціями	Час напрацювання на відмову ( $T_{\text{ВідТОВ}}$ ) для «товстих» клієнтів (годин) з 3 резервними станціями	Час напрацювання на відмову ( $T_{\text{ВідТОН}}$ ) для «тонких» клієнтів (годин)	Коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 2 резервними станціями	Коефіцієнт готовності для «тонких» клієнтів	Коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 3 резервними станціями
18	14285	28571	19570	0,99960	0,99967	0,99987
28	9213	19607	10977	0,99930	0,99938	0,99978
38	6730	16 666	7627	0,999001	0,99908	0,99972
48	5312	12658	5845	0,998601	0,99867	0,99961
58	4423	9900	4828	0,99830	0,99838	0,99948
68	3824	8065	4147	0,9981002	0,99818	0,99934

Намалюємо графік, на якому побачимо, як змінюється час напрацювання на відмову для схем, побудованих на «тонких» і «товстих» клієнтах рис. 3.1

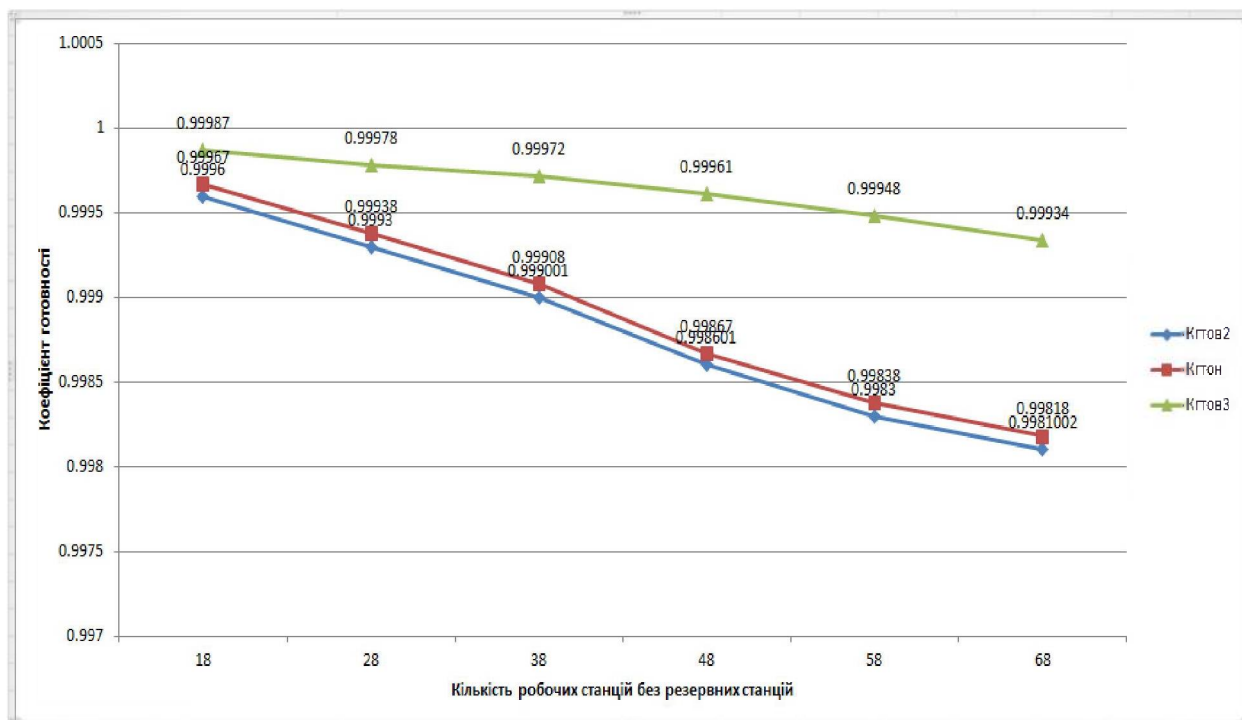


Рис. 3.1 - Графік залежності коефіцієнта готовності від кількості робочих станцій

Синім кольором виділено Кгтов2 – коефіцієнти готовності для «товстих» клієнтів з урахуванням 2 робочих станцій. Зеленим кольором Кгтов3 – коефіцієнти готовності для «товстих» клієнтів з урахуванням 3 робочих станцій. Червоним кольором Кгтон – коефіцієнти готовності для «тонких» клієнтів.

На графіку видно, що Кгтов2 менший за Кгтон, тобто коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 2 резервними станціями нижчий за коефіцієнт готовності для «тонких» клієнтів. Але, якщо для «товстих» клієнтів збільшити кількість резервних станцій до 3, то коефіцієнт готовності становиться значно вище, ніж 2 попередні, та при збільшенні робочих станцій, зменшується повільніше. Це означає, що якщо обирати серед різних схем, то найкращою для більшої кількості робочих станцій, буде схема побудована з урахуванням технології «товстий» клієнт з 3 резервними

станціями. Звідси можна зробити висновок, що якщо необхідно підвищити ефективність всієї системи, необхідно збільшити кількість резервних станцій. Тепер виконаємо побудову графіка для порівняння часу напрацювання на відмову для різних систем (рис. 3.2).

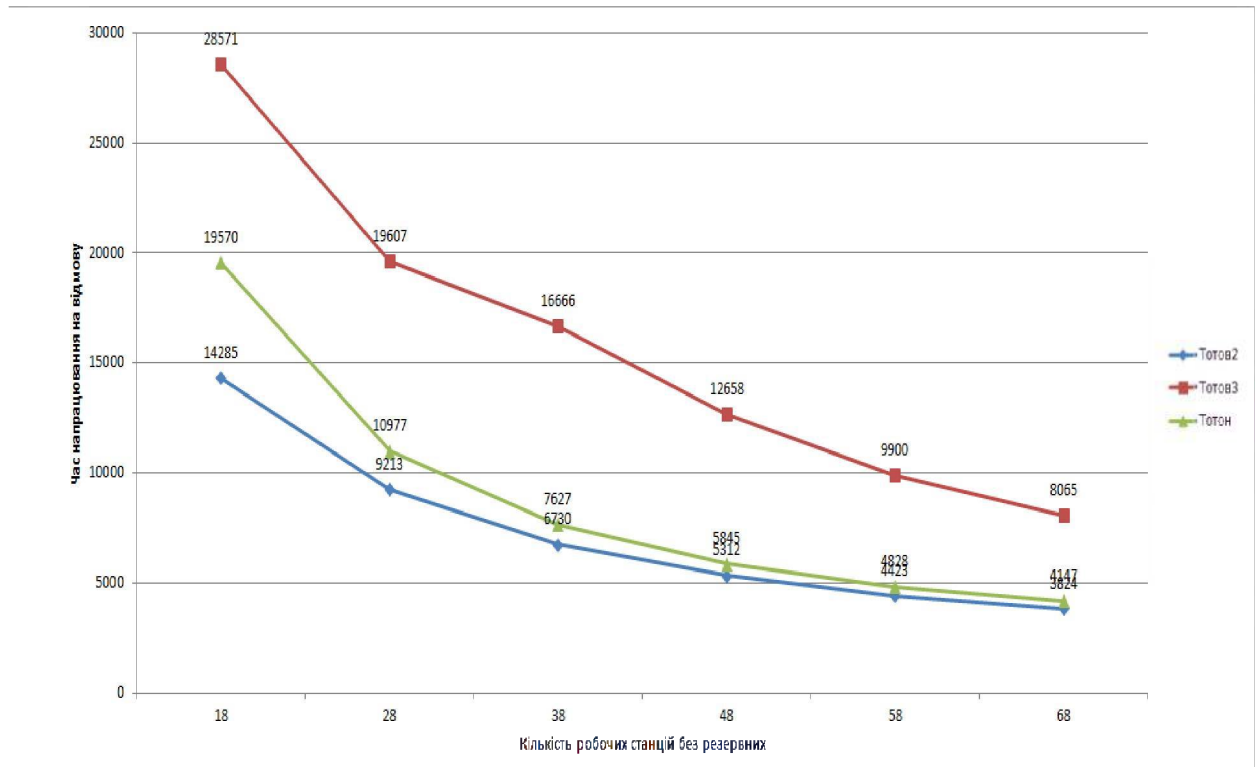


Рис. 3.2 - Графік залежності часу напрацювання на відмову від кількості робочих станцій

Синім кольором виділено Тотов2 – час напрацювання на відмову для «товстих» клієнтів з урахуванням 2 робочих станцій. Зеленим кольором Тотон – час напрацювання на відмову для «тонких» клієнтів. Червоним кольором Тотов3 – час напрацювання на відмову для «товстих» клієнтів з урахуванням 3 робочих станцій.

На графіку видно, що коли кількість робочих станцій мала, то різниця часу напрацювання на відмову для різних схем чутлива. Схема побудована на базі «тонких» клієнтів є надійнішою, ніж схема на базі «товстих» клієнтів з 2 резервними станціями. Але, як і з коефіцієнтом готовності, при збільшенні

резервних станцій для «товстих» клієнтів, час напрацювання на відмову зростає, і стає більшим за час напрацювання на відмову для «тонких» клієнтів.

Але це за умови, що кількість робочих станцій невелика. А при збільшенні кількості робочих станцій різниця стає непропорційно меншою. Тобто, якщо взяти ще більше робочих станцій, то графіки можуть перетнутися. А це нам говорить про те, що при більшій кількості робочих станцій схема, яка буде побудована на базі «товстих» клієнтів, навіть із 2 резервними станціями, буде надійніше, ніж схема побудована на базі «тонких» клієнтів.

Оцінка ефективності функціонування мережі побудованої за різними технологіями та з різною кількістю резервних станцій наведено в таблиці:

Таблиця 3.3

### Оцінка ефективності функціонування мережі

Кількість робочих станцій в мережі	«товстий» клієнт з 3-мя резервними станціями відносно «тонкого» клієнта (%)	«товстий» клієнт з 3-мя резервними станціями відносно «товстого» клієнта з 2-мя резервами (%)
18	2,7	2
28	4	4
38	6,4	7
48	9	10
58	11	12
68	11	12,5

## ВИСНОВКИ

Характерною особливістю сучасного розвитку техніки є широке впровадження методів і засобів автоматики і телемеханіки, викликане переходом на автоматизоване і автоматичне керування різними виробничими і технологічними процесами, створення гнучких виробничих модулів, систем, комплексів тощо. В умовах сучасної економіки автоматизація є одним з основних напрямків технічного прогресу. І, звичайно, поліпшення ефективності і якості проєктованих АСУ, САУ, тощо, неможливо без підвищення надійності технічних засобів управління.

Таким чином, вищевикладене є першою причиною зростання фактору надійності в сучасних умовах розвитку техніки і, зокрема, проєктування технічних систем різного призначення.

Другою причиною, що вимагає підвищення надійності, є зростання складності технічних засобів, апаратури їх обслуговування, жорсткості умов їх експлуатації та відповідальності задач, які на них покладені. Недостатня надійність технічних засобів призводить до збільшення частки експлуатаційних витрат у порівнянні з загальними витратами на проєктування, виробництво і застосування цих систем. Крім того, відмови технічних засобів призводять до різного роду наслідків: втрат інформації; простоїв пристроїв і систем; аварій, тощо.

Третьою причиною підвищення ролі надійності в сучасних умовах є економічний фактор. В кінцевому рахунку, надійність технічних засобів визначається надійністю комплектуючих елементів. Тому знання основних питань надійності елементної бази є в даний час необхідною умовою успішної роботи в галузі інформатики та управління і, особливо, це відноситься до майбутніх спеціалістів - розробників апаратури автоматики і комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Таким чином, тема кваліфікаційної роботи «Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «товстих» клієнтах» та дослідження надійності цих мереж є актуальною.

В першому розділі роботи було проведено аналіз типових технологій побудови локальних комп'ютерних мереж. Показано, що побудова комп'ютерної мережі вимагає комплексного підходу та ретельного планування. Необхідно враховувати різноманітні фактори, такі як кількість пристроїв, тип мережі, тип протоколу, фізичні аспекти, мережеве обладнання та мережеві служби. Тільки за умови правильної настройки та належного захисту мережа може працювати ефективно та безпечно.

В другому розділі розглянути методи та підхід, які пропонуються для вирішення завдання дослідження.

Розглянуті питання дозволяють виділити основні напрямки робіт з підвищення надійності технічних систем. При цьому можна виділити чотири групи заходів по підвищенню надійності технічних систем при їх проектуванні: системні; структурні (схемні); конструктивні; експлуатаційні.

Для розрахунку показників надійності технічної системи можливо застосування наступних методів:

- Аналітичні методи: теорії випадкових процесів; теорії експертних оцінок (евристичного прогнозування); декомпозиції; логіко-імовірнісні; аналітико-статистичні.

- Метод імітаційного моделювання.

- Метод статистичного моделювання (метод Монте-Карло).

Для побудови математичної моделі розрахунку показників надійності комп'ютерної мережі вибрано аналітичний метод.

Перевірка математичної моделі на адекватність, простоту, об'єктивність, чутливість та стійкість є важливим етапом в процесі її створення та використання. Оцінка цих характеристик допомагає забезпечити надійність та точність моделі та підвищити її ефективність. Отримані розрахунки з

використанням запропонованої математичної моделі відповідають теоретичним положенням теорії надійності.

У третьому розділі приведено приклад розрахунку показників надійності комп'ютерних мереж побудованих за технологіями «товстий» та «тонкий» клієнт. Відповідно до розробленої математичної моделі та запропонованого алгоритму отримані наступні висновки:

Коефіцієнт готовності комп'ютерної мережі побудованої за технологією «тонкий» клієнт вище ніж «товстий» клієнт, що обумовлено тим, що наробітки на відмову термінальної станції значно більша ніж робочої станції.

Для підвищення коефіцієнт готовності комп'ютерної мережі побудованої за технологією «товстий» клієнт до рівня «тонкого» клієнта необхідно резервування робочих станцій.

В роботі досліджено резервування двома та трьома робочими станціями. При цьому кількість робочих станцій в мережі складала від 18 до 68 робочих станцій. Коефіцієнт ефективності функціонування мережі за технологією «товстий» клієнт з 3-мя резервними станціями відносно «тонкого» клієнта (%) складає від 2,7 до 11 в залежності від зростання кількості робочих станцій. Коефіцієнт ефективності функціонування мережі за технологією «товстий» клієнт з 3-мя резервними станціями відносно «товстого» клієнта з 2-мя резервами (%) складає від 2 до 12,5 в залежності від кількості резервних станцій. Цей висновок відповідає теоретичним положенням теорії надійності.

При необхідній адаптації запропонована математична модель може бути використана для лабораторних робіт або рішення теоретико-розрахункових завдань.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вешнівський В.В., Гніденко М.П., Гайдур Г.І., Сєрих С.О. Методи та засоби комп'ютерних ІТ. Посібник. — Київ: ННІТІ Державний університет телекомунікацій, 2019. — с. 512-543.
2. Карпенко М.Ю., Макогон Н.В. Комп'ютерні мережі. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. — 99 с.
3. Benmammar Badr. Intelligent Network Management and Control: Intelligent Security, Multicriteria Optimization, Cloud Computing, Internet of Vehicles, Intelligent Radio Hardcover. Wiley, 2021. — p. 238-245.
4. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
5. Стрихалюк Б. М. Теорія побудови та протоколи інфокомунікаційних мереж: Конспект лекцій. – Львів: Львівська політехніка, 2017. – с. 121-174.
6. Дружинін В.А., Степанов М.М., Жураковський Б. Ю. Обґрунтування доцільності практичного використання лінійно-частотно модульованих сигналів із внутріімпульсною фазовою маніпуляцією та різними модуляційними характеристиками в системах радіозв'язку. // Системи управління, навігації та зв'язку, №3 (2018р).- Полтава, 2018. – с. 33-80.
7. Однорог П. М., Михайленко Є. В., Котенко М. О. Омецінська О. Б. Під редакцією Катка В. Б. Пасивні оптичні мережі доступу (xPON). – К.: ДУІКТ, 2006. – с. 60-115.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук  
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки  
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр  
Галузь знань: 12 – Інформаційні технології.  
Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія.

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
теоретичної

та прикладної системотехніки  
д.т.н., проф. Шматков С. І.



«17» листопада 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дорофєєва Микити Олександровича

1. Тема роботи «Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «тонких» клієнтах»  
керівник роботи Павлов Анатолій Миколайович, старший викладач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки  
затверджені наказом по університету від «23» травня 2023 року № 4101-5/895
2. Строк подання студентом роботи 26 травня 2023 року
3. Перелік питань, які потрібно розробити)
  1. Варіанти побудови типових схем локальних обчислювальних мереж на базі «тонких» та «товстих» клієнтів.
  2. Математична модель розрахунку надійності локальної обчислювальної мережі.
  3. Дослідження математичної моделі.
  4. Кількості комплектуючих локальної обчислювальної мережі за критерієм «надійність-витрати».
  5. Реалізація комп'ютерної математичної моделі.
  6. Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи.

## 4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Проаналізувати та обрати варіанти побудови типових схем локальних обчислювальних мереж на базі “тонких” та “товстих” клієнтів.	Грудень 2022
2	Розробити математичну модель розрахунку надійності локальної обчислювальної мережі.	Січень 2023
3	Дослідити математичну модель.	Лютий 2023- Березень 2023
4	Проаналізувати та обрати кількість комплектуючих локальної обчислювальної мережі за критерієм “надійність-витрати”.	Березень 2023
5	Продумати та реалізувати комп’ютерну математичну модель.	Березень 2023- Квітень 2023
6	Оформити пояснювальну записку до кваліфікаційної роботи	Квітень 2023- Травень 2023

## 5. Дата видачі завдання 1 листопада 2022

Студент



підпис

М.О. Дорощев

ініціали, прізвище

Керівник роботи



підпис

А.М. Павлов

ініціали, прізвище

## ДОДАТОК Б

Затверджую

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**Технічне завдання**

на розробку програмного виробу

«Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «тонких» клієнтах»

Назва розділу	Назва і зміст підрозділу
1. Введення	<p>1.1. Назва виробу: Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «тонких» клієнтах.</p> <p>1.2. Галузь застосування: проектування комп'ютерних мереж.</p>
2. Підстава для розробки	<p>2.1. Навчальний план ФКН за фахом 123 – «Комп'ютерна інженерія».</p> <p>2.2. Завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра № 4101-5/895 від «23» травня 2023 року.</p> <p>2.3. Матеріал з книжки авторів Джеймса Ф. Куроза та Кіта В. Росса «Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи».</p>
3. Призначення розробки	<p>3.1. Мета розробки програмного виробу: підвищення ефективності функціонування мережі у заданих умовах..</p> <p>3.2. Призначення виробу: модель призначена для оцінки надійності комп'ютерної мережі із застосуванням технологій на базі «товстих» і «тонких» клієнтів. "Вибір технологій на підставі аналізу розрахунків отриманих з використанням моделі.</p> <p>3.3. Вхідні дані: математичний апарат розрахунку параметрів надійності систем. Час напрацювання на відмову окремих елементів системи, час на відновлення кожного елемента та кількість самих елементів.</p>

	<p>3.4. Вихідні дані: результати порівняння по таким критеріям, як: коефіцієнти готовності, час на відновлення системи, час напрацювання на відмову.</p>
<p>4. Технічні вимоги до програмного виробу</p>	<p>4.1. Вимоги до функціональних характеристик: комп'ютер, операційна система Windows 7 або Windows 10. Програма для розрахунків Mathcad. З'єднання з мережею.</p> <p>4.2. Вимоги до надійності: дана модель не передбачає вимоги до надійності.</p> <p><b>4.3.</b> Вимоги до умов експлуатації: вимоги до транспортування та зберігання не представляються.</p> <p>4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів: для аналізу необхідно правильно побудувати схеми, які будуть відповідати теоретичним знанням про побудову комп'ютерних мереж. Відповідні елементи, з відповідними параметрами, які підходять для проведення порівняння систем.</p> <p>4.5. Вимоги до інформаційної та програмної сумісності:      Розрахункове середовище може бути сумісне з такими середами розрахунків, як: Mathcad, Matlab, Excel.</p> <p>4.6. Вимоги до маркування та упаковки: вимоги до маркування та упакування не представляються.</p> <p>4.7. Вимоги до транспортування і зберігання: вимоги до транспортування та зберігання не представляються.</p> <p>4.8. Спеціальні вимоги: результати математичного дослідження не повинні відрізнятися від теоретичних гіпотез.</p>
<p>5. Вимоги до технічної документації</p>	<p>Документацією до виробу «Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «тонких» вважати:</p> <p>1) Розробка окремого додатку для обчислення не потребується.</p> <p>2) Програму і методику випробувань розробленої програми (представити як Додаток В до пояснювальної</p>

	записки до кваліфікаційної роботи).	
	3) Опис програмного виробу (представити в Розділі 3 пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).	
	4) Джерела базової інформації.	
6. Техніко-економічні показники	1) Оцінка економічної ефективності – за вимогою.	
	2) Визначення економічних переваг методу у порівнянні з вітчизняними та зарубіжними аналогами – не потрібне.	
7. Стадії і етапи розробки	Дата	Назва етапу
	20.12.22 – 30.12.22	1. Проаналізувати та обрати варіанти побудови типових схем локальних обчислювальних мереж на базі “тонких” та “товстих” клієнтів.
	08.01.23 – 15.01.23	2. Розробити математичну модель розрахунку надійності локальної обчислювальної мережі.
	18.01.23 – 30.02.23	3. Дослідити математичну модель.
	07.03.23 – 13.03.23	4. Проаналізувати та обрати кількість комплектуючих локальної обчислювальної мережі за критерієм “надійність-витрати”.
15.03.23 – 09.04.23	5. Продумати та реалізувати комп’ютерну математичну модель..	

	12.04.23 – 25.05.23	6. Оформити пояснювальну записку до кваліфікаційної роботи
8. Порядок контролю і приймання	За графіком роботи атестаційної комісії	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перевірку ходу розробки програми виконувати раз в 3 тижні.</li> <li>2. Захист розробленої моделі провести на засіданні Атестаційної комісії.</li> <li>3. Пояснювальну записку подати на паперових носіях в 1 примірнику і в електронному вигляді в 1 примірнику на CD-R компакт-диску.</li> </ol>

Виконавець

студент групи КІ-41

Дорофєєв М. О.



Замовник

ст. викладач кафедри ТПС

Павлов А. М.



## **Програма і методика випробувань виробу**

«Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «тонких» клієнтах»

### **1. Об'єкт випробувань**

1.1 Найменування випробуваного програмного виробу: Моделі комп'ютерних мереж, які побудовані на «товстих» та «тонких» клієнтах.

1.2 Область його застосування: проектування комп'ютерних мереж.

### **2. Мета випробувань**

Метою випробувань моделі комп'ютерної мережі, побудованої на базі «товстих» та «тонких» клієнтах, є перевірка її працездатності та надійності. Призвести до показників вибору мережі побудованої на базі «тонких» або «товстих» клієнтів, при різній кількості робочих станцій.

### **3. Загальні положення**

#### **3.1 Підстави для проведення випробувань**

Підставою для проведення випробувань є наказ затвердження тем кваліфікаційних робіт бакалаврів.

#### **3.2 Місце і тривалість випробувань**

Онлайн, платформа Google meet, 20 хвилин.

#### **3.3 Обсяг випробувань**

Для мережі з кількістю робочих станцій від 20 до 70.

#### **3.4 Організації, які беруть участь у випробуваннях**

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

### **4. Вимоги до виробу**

Простота, адекватність, об'єктивність, чутливість та стійкість

### **5. Вимоги до документації**

Не вимагаються.

### **6. Засоби і порядок випробувань**

#### **6.1 Розрахунки параметрів надійності (напрацювання на відмову):**

6.1.1 Ввести вхідні дані:

- монітор [Samsung 957MB](#) з показником напрацювання на відмову - 750000 годин;
- миша і клавіатура [HP](#) з показником напрацювання на відмову по 100000 годин;
- Системна плата [Intel DP55WP HP](#) з показником напрацювання на відмову – 100000 годин;
- Блок живлення [Intel HP](#) з показником напрацювання на відмову – 100000 годин;
- Система охолодження [Intel HP](#) з показником напрацювання на відмову – 55000 годин;
- [Процесор Intel Core i7 HP](#) з показником напрацювання на відмову – 550000 годин;
- Оперативна пам'ять [Kingston DDR3 KVR1066D3N7/4G 4GB x2](#) – 500000 годин;
- [Відеокарта GeForce GT 240](#) – 55000 годин;
- Жорсткий диск будь-якого виробника - оцінно 500000 годин.

Дані з напрацювання про відмову інших складових ЛОМ для «тонких» і «товстих» клієнтів:

- Сервера [Intel](#) – від 45000 до 55000 годин (дані взяті з офіційного сайту компанії [Intel](#));
- комутатора [SRW2024 - 24-Port 10/100/1000 Gigabit Switch](#) – 98690 годин;
- Термінальна станція [UTC55i Ultra Thin Client by Kingsem](#) – 400000 годин (дані взяті з офіційного сайту компанії [Kingsem](#)).

Елемент системи	Час відновлення (година)
Робоча станція	24
Термінальна станція	3
Сервер	4
Комутатор	1

### 6.1.2 Розрахувати показники надійності:

Для «товстих» клієнтів:

- Розрахуємо для 18 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{24312} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00004 + 0,00001} \approx$$

14 285 ( годин)

- Розрахуємо для 28 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{O_i}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{12732} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00008 + 0,00001} \approx$$

9 213 ( годин)

- Розрахуємо для 38 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^2 \frac{1}{T_{\text{Oi}}}} =$$

$$\frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{8424} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00012 + 0,00001} \approx 6730 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 48 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^2 \frac{1}{T_{\text{Oi}}}} =$$

$$\frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{6319} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00016 + 0,00001} \approx 5312 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 58 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^2 \frac{1}{T_{\text{Oi}}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{5100} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000196 + 0,00001} \approx$$

$$4423 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 68 робочих станцій і 2 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^2 \frac{1}{T_{\text{Oi}}}} =$$

$$\frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{4320} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00023 + 0,00001} \approx 3824 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 18 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{\text{Oi}}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{18196} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000005 + 0,00001} \approx$$

$$28571 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 28 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{ВідТОВ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{\text{Oi}}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{48496} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000021 + 0,00001} \approx$$

$$19607 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 38 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{Відтов}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{33171} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,00003 + 0,00001} \approx 16\,666 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 48 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{Відтов}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{20406} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000049 + 0,00001} \approx 12\,658 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 58 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{Відтов}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{14155} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000071 + 0,00001} \approx 9900 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 68 робочих станцій і 3 резервних

$$T_{\text{Відтов}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{50000} + \frac{1}{10624} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,00002 + 0,000094 + 0,00001} \approx 8065 \text{ (годин)}$$

Для «тонких» клієнтів:

- Спочатку розрахуємо для 18 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{Відтон}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{24312} + \frac{1}{98690} + \frac{1}{50000}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00004 + 0,00001} \approx 19570 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 28 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{Відтон}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{12732} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00008 + 0,00001} \approx 10977 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 38 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{Відтон}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{8434} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00012 + 0,00001} \approx 7627 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 48 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{Відтон}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{T_{Oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{6319} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0,0000011 + 0,00016 + 0,00001} \approx 5845 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 58 робочих станцій і двох резервних

$$T_{\text{відтов}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{5100} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0.0000011 + 0.000196 + 0.00001} \approx 4828 \text{ (годин)}$$

- Розрахуємо для 68 робочих станцій і двох резервних

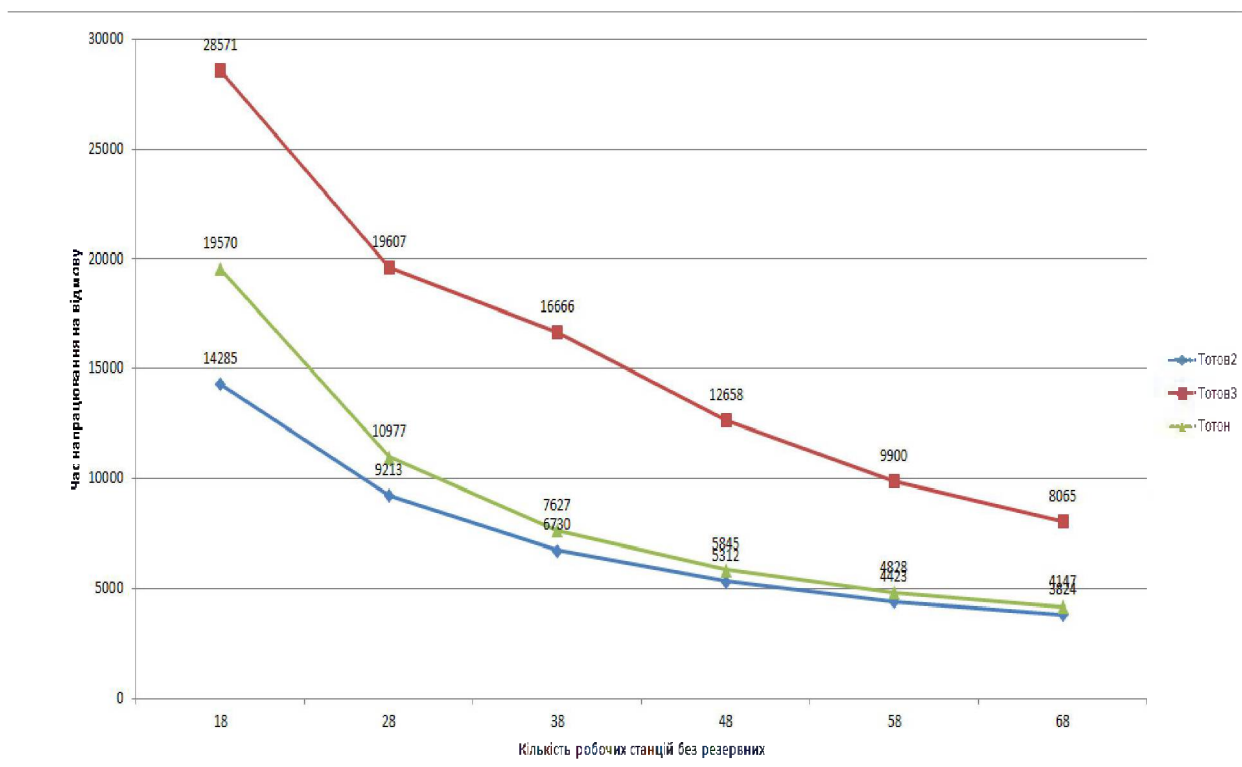
$$T_{\text{відтов}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_{oi}}} = \frac{1}{\frac{1}{878000} + \frac{1}{4320} + \frac{1}{98690}} = \frac{1}{0.0000011 + 0.00023 + 0.00001} \approx 4147 \text{ (годин)}$$

Таблиця В.1

Порівняльна таблиця отриманих результатів

Кількість робочих станцій (без резервних)	Час на працювання на відмову ( $T_{\text{відтов}}$ ) для «товстих» клієнтів (годин) з 2 резервними станціями	Час на працювання на відмову ( $T_{\text{відтов}}$ ) для «товстих» клієнтів (годин) з 3 резервними станціями	Час на працювання на відмову ( $T_{\text{відтов}}$ ) для «тонких» клієнтів (годин)	Коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 2 резервними станціями	Коефіцієнт готовності для «тонких» клієнтів	Коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 3 резервними станціями
18	14285	28571	19570	0,99960	0,99967	0,99987
28	9213	19607	10977	0,99930	0,99938	0,99978
38	6730	16 666	7627	0,999001	0,99908	0,99972
48	5312	12658	5845	0,998601	0,99867	0,99961
58	4423	9900	4828	0,99830	0,99838	0,99948
68	3824	8065	4147	0,9981002	0,99818	0,99934

### 6.1.3 Побудувати графік:



Графік порівняння часу напрацювання на відмову для схем, побудованих на базі «тонких» і «товстих» клієнтів.

6.1.4 Якщо показники графіку відповідають теоретичним гіпотезам, то тест пройдений. Тобто, якщо час напрацювання на відмову для «тонких» клієнтів більший за час напрацювання на відмову для «товстих» клієнтів з 2 резервними станціями, і менший за «товстий» з 3 резервними станціями, то математична модель працює вірно.

## 6.2 Розрахунки коефіцієнтів готовності для технології «товстих» та «тонких» клієнтів:

6.2.1 Ввести вхідні дані:

- монітор [Samsung 957MB](#) з показником напрацювання на відмову - 750000 годин;
- миша і клавіатура HP з показником напрацювання на відмову по 100000 годин;
- Системна плата Intel DP55WP HP з показником напрацювання на відмову – 100000 годин;
- Блок живлення [Intel HP](#) з показником напрацювання на відмову – 100000 годин;
- Система охолодження [Intel HP](#) з показником напрацювання на відмову – 55000 годин;
- [Процесор Intel Core i7 HP](#) з показником напрацювання на відмову – 550000 годин;
- Оперативна пам'ять [Kingston DDR3 KVR1066D3N7/4G 4GB x2](#) – 500000 годин;
- [Відеокарта GeForce GT 240](#) – 55000 годин;
- Жорсткий диск будь-якого виробника - оцінно 500000 годин.

Дані з напрацювання про відмову інших складових ЛОМ для «тонких» і «товстих» клієнтів:

- Сервера Intel – від 45000 до 55000 годин (дані взяті з офіційного сайту компанії [Intel](#));
- комутатора SRW2024 - 24-Port 10/100/1000 [Gigabit Switch](#) – 98690 годин;
- Термінальна станція UTC55i [Ultra Thin Client by Kingsem](#) – 400000 годин (дані взяті з офіційного сайту компанії [Kingsem](#)).

Елемент системи	Час відновлення (година)
Робоча станція	24
Термінальна станція	3
Сервер	4
Комутатор	1

### 6.2.2 Розрахунки показників надійності:

Для «товстих» клієнтів:

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 18 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{гтк} = 0,9997 * 0,99992 * 0,99998 = 0,999600$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 28 робочих станцій і 2 резервних:

$$K_{гтк} = 0,9994 * 0,99992 * 0,99998 = 0,999300$$

- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 38 робочих станцій і 2 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,9991 * 0,99992 * 0,99998 = 0,999001$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 48 робочих станцій і 2 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,9987 * 0,99992 * 0,99998 = 0,998601$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 58 робочих станцій і 2 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,9984 * 0,99992 * 0,99998 = 0,998300$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 68 робочих станцій і 2 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,9982 * 0,99992 * 0,99998 = 0,9981002$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 18 робочих станцій і 3 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,99997 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99987$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 28 робочих станцій і 3 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,99988 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99978$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 38 робочих станцій і 3 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,99982 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99972$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 48 робочих станцій і 3 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,99971 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99961$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 58 робочих станцій і 3 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,99958 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99948$$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 68 робочих станцій і 3 резервних:  

$$K_{ГТК} = 0,99944 * 0,99992 * 0,99998 = 0,99934$$

Для «тонких» клієнтів:

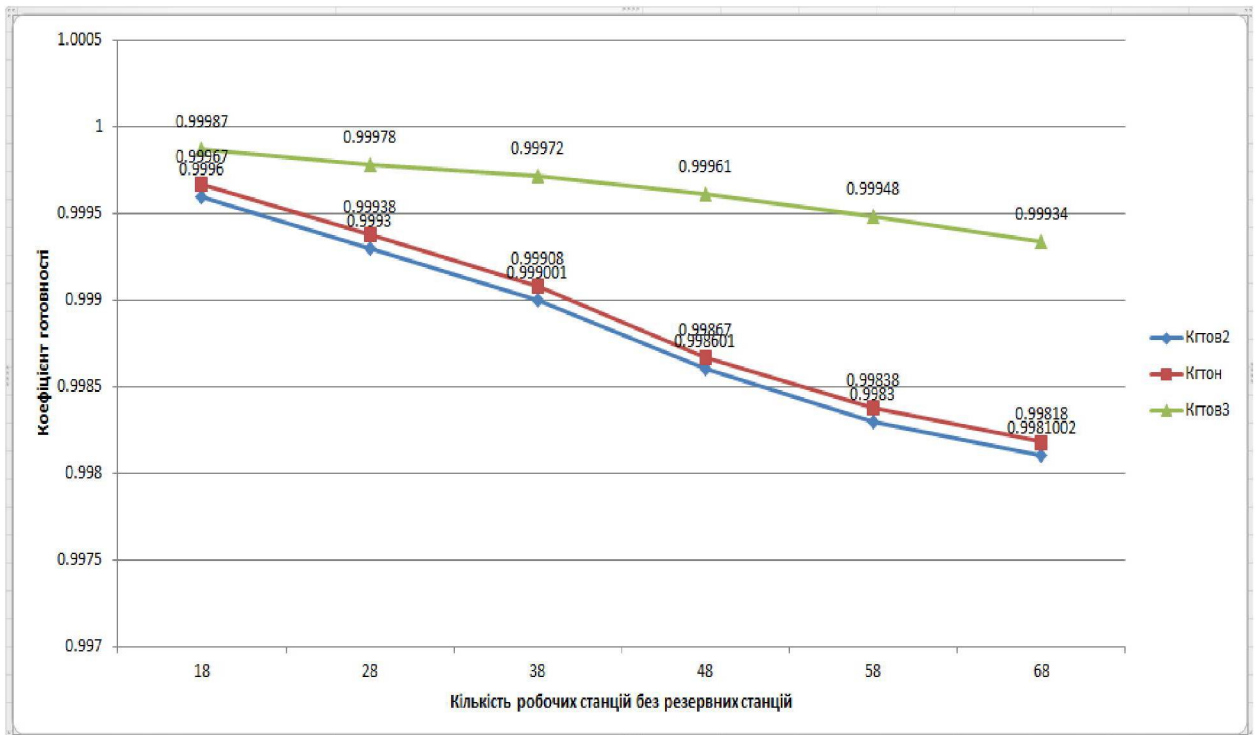
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 18 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{ГТК} = 0,9997 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99967$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 28 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{ГТК} = 0,9994 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99938$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 38 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{ГТК} = 0,9991 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99908$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 48 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{ГТК} = 0,9987 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99867$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 58 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{ГТК} = 0,9984 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99838$
- Розраховуємо для системи, в якій знаходиться 68 робочих станцій і 2 резервних:  
 $K_{ГТК} = 0,9982 * 0,999998 * 0,99998 = 0,99818$

Таблиця В.1

Порівняльна таблиця отриманих результатів

Кількість робочих станцій (без резервних)	Час напруження на відмову ( $T_{ВідТОВ}$ ) для «товстих» клієнтів (годин) з 2 резервними станціями	Час напруження на відмову ( $T_{ВідТОВ}$ ) для «товстих» клієнтів (годин) з 3 резервними станціями	Час напруження на відмову ( $T_{ВідТОН}$ ) для «тонких» клієнтів (годин)	Коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 2 резервними станціями	Коефіцієнт готовності для «тонких» клієнтів	Коефіцієнт готовності для «товстих» клієнтів з 3 резервними станціями
18	14285	28571	19570	0,99960	0,99967	0,99987
28	9213	19607	10977	0,99930	0,99938	0,99978
38	6730	16 666	7627	0,999001	0,99908	0,99972
48	5312	12658	5845	0,998601	0,99867	0,99961
58	4423	9900	4828	0,99830	0,99838	0,99948
68	3824	8065	4147	0,9981002	0,99818	0,99934

### 6.2.3 Побудувати графік



### 6.2.4 Ввести критерій, де $K_{г} \geq K_{г}$ (за умовою).

Якщо показники графіку відповідають теоретичним гіпотезам, то тест пройдений. За результатами тесту можливо зробити висновок про застосування тієї чи іншої технології.

Виконавець: студент групи КІ-41, Дорофєєв М. О.