

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

другий (магістерський)
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

Розробка засобів оптимізації комп'ютерної мережі
(тема)

технологічної системи

Виконав: студент 2 курсу, групи КІТПВм-19-1
напряму підготовки (спеціальності) _____
151 – Автоматизація та комп'ютерно-
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
-інтегровані технології

Ходус Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник

Косенко В.В.
(прізвище та ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри КІТАМ _____

(підпис)

Невлюдов І.Ш.
(прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	<u>Автоматики і комп'ютеризованих технологій</u>
Кафедра	<u>Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський)</u>
Спеціальність	<u>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</u>
Тип програми	<u>Освітньо-професійна</u>
Освітня програма	<u>Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва</u>
	(код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Невлюдов І.Ш.

“ ___ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ходусу Денису Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка засобів оптимізації комп'ютерної мережі технологічної системи

керівник роботи: Косенко В.В, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «02»11.2020 р.№ 1511 Ст.

2. Строк подання студентом роботи 21.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

3.2 Об'єкт дослідження – комп'ютерна мережа технологічної системи.

3.3 Функція – оптимізації топологічної структури обчислювальних мережі технологічної системи.

3.4 Технічне забезпечення: ІВМ-сумісний персональний комп'ютер. Додаткові дані: програмний засіб з графічним віконним інтерфейсом.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

4.1 Вступ. Огляд та аналіз проблеми оптимізації обчислювальних мереж технологічних систем. Технологічні системи як об'єкти управління. Комп'ютерні мережі технологічних систем. Задачі оптимізації комп'ютерних мереж технологічних систем. Методи оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж технологічних систем. Постановка та математична модель задачі структурно-топологічної оптимізації комп'ютерної мережі. Методи оптимізації комп'ютерної мережі. Опис алгоритмів розв'язання задачі. Опис програмного забезпечення. Приклад розв'язання задачі. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Демонстраційний матеріал у вигляді презентації – 10 аркушів формату А4.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз проблеми та постановка задачі	02.11.20	Виконано
2	Огляд методів оптимізації комп'ютерних мереж технологічних систем	07.11.20	Виконано
3	Розробка алгоритмів структурно-топологічної оптимізації комп'ютерних мереж	14.11.20	Виконано
4	Розробка програмного забезпечення розв'язання задачі	17.11.20	Виконано
5	Опис програмного забезпечення	20.11.20	Виконано
6	Виконання завдання з охорони праці	23.11.20	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	02.12.20	Виконано
8	Подання роботи на рецензування	15.12.20	Виконано
9	Подання роботи до ДЕК	21.12.20	Виконано

Дата видачі завдання 02 листопада 2020 р.

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ходус Д.В.

_____ (прізвище, ініціали)

проф. Косенко В.В.

_____ (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Атестаційна робота: 85 с., 7 табл., 22 рис., 2 дод., 38 джерел.

ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, СЕРВЕРНА МЕРЕЖА, СТРУКТУРА, ТОПОЛОГІЧНА МЕРЕЖА, ПРОЕКТУВАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ, ВДОСКОНАЛЕННЯ.

Об'єкт дослідження – ПК як мережа технологічної системи.

Предмет дослідження – структурна топологія серверної мережі технологічної системи.

Мета атестаційної роботи – розробка засобу вдосконалення топологічних структур серверної мережі технологічної системи.

Метод дослідження: для вирішення поставленої мети вдосконалення, використовується метод рівномірного пошуку з використанням алгоритму покоординатної оптимізації та еволюційного алгоритму пошуку.

Результати: розроблено програмний засіб для вдосконалення топології серверних мереж з радіально-вузловими структурами, що використовуються в системах управління технологічними системами. Алгоритми оптимізації представлені мовою програмування C# на ПК (тактова частота процесора – 1,7 ГГц, об'єм оперативної пам'яті – 6 Гб, обсяг жорсткого диска – 500 Гб).

Область застосування – автоматизація проектування та перепроєктування (реінжинірингу) технологічних систем та систем керування технологічними процесами. Практичне застосування результатів роботи дозволить зменшити витрати на створення комп'ютерних мереж технологічних систем.

ABSTRACT

Attestation work: 85 p., 7 tab., 22 fig., 2 app., 38 sources.

TECHNOLOGICAL SYSTEM, CONTROL SYSTEM, COMPUTER NETWORK, STRUCTURE, TOPOLOGICAL NETWORK, DESIGN, AUTOMATION, SOFTWARE, IMPROVE.

Object of study – is a computer network of the technological system.

Subject of investigation – topological structure of the computer network of the technological system..

The purpose of certification – to develop a means of optimizing the topological structures of computer networks of technological systems.

Research method: to solve the optimization problem, the method of uniform search using the coordinate optimization algorithm and the evolutionary search algorithm is used.

Results: a software tool was developed to optimize the topology of computer networks with radial-nodal structures used in control systems of technological systems. Optimization algorithms are implemented in the C # programming language on a personal IBM-compatible computer (processor clock speed – 1,7 GHz, RAM - 6 GB, hard disk capacity - 500 GB).

Scope - automation of design and redesign (reengineering) of technological systems and process control systems. The practical application of the results of the work will reduce the cost of creating computer networks of technological systems.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Аналіз проблем оптимізації обчислювальних мереж технологічних систем	10
1.1 Технологічні системи як об'єкти управління	10
1.2 Комп'ютерні мережі технологічних систем	11
1.3 Проблеми оптимізації комп'ютерних мереж технологічних систем.....	23
1.4 Методи оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж технологічних систем	24
1.5 Постановка задачі дослідження.....	25
1.6 Висновки 1 розділу.....	26
2 Математична модель та метод оптимізації комп'ютерних мереж технологічних систем	28
2.1 Формулювання задачі	28
2.2 Математична модель проблеми структурно-топологічної оптимізації комп'ютерної мережі.....	28
2.3 Метод оптимізації комп'ютерних мереж	31
2.4 Висновки 2 розділу.....	33
3 Розробка та реалізація програмного забезпечення задачі	34
3.1 Опис алгоритмів розв'язування задач.....	34
3.2 Опис програмного забезпечення	40
3.3 Приклад розв'язання задачі	42
3.4 Реалізація програмного продукту на процесах підприємства...	48
3.5 Висновки до 3 розділу.....	52
4 Охорона праці	54
4.1 Аналіз умов праці на робочому місці	54
4.2 Промислова безпека в приміщенні	56

4.3 Промислова санітарія в навчальній лабораторії	59
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	64
4.5 Висновки до 4 розділу.....	65
Висновки	66
Перелік джерел посилань	67
Додаток А Код програми	71
Додаток Б Презентація	84

ВСТУП

Одним із завдань, що з'являються при створенні та керуванні технологічними об'єктами є проектування якісних схем передачі інформації. Із зростанням масштабів технологічних систем їх вартісні і функціональні характеристики стають дуже залежними від топології, тобто від положення у просторі. Це вимагає спільно зі звичними проблемами структурного синтезу вирішувати сукупність проблем топологічної оптимізації об'єктів і, таким чином, призводить до проблеми їх структурно-функціонально-параметричного і топологічного комбінування.

У ході вирішення задачі здійснюється її розподіл на задачі мета-, макрота мікрорівня. При цьому однією з найголовніших задач мікрорівня є задача структурно-топологічного комбінування комп'ютерних мереж технологічних об'єктів, яка полягає у виборі варіанта її побудови (при заданих технологіях функціонування, параметрах елементів і зв'язків) кількістю вузлів (точок доступу, комутаторів, концентраторів), зв'язками між ними і їх територіальним розміщенням (топологією). При цьому більшість комп'ютерних мереж технологічних об'єктів будується за трирівневою централізованою схемою, тобто мають радіально-вузлову структуру.

Важливість вибору доречних рішень на всіх етапах створення і управління складними технологічними системами, необхідні при цьому значні матеріальні, часові та грошові витрати роблять необхідними вдосконалення існуючих і розробки нових більш ефективних математичних моделей і методів, постановку і дослідження нових завдань аналізу і синтезу подібних об'єктів.

Таким чином, тема атестаційної роботи, яка присвячена розробці засобу оптимізації комп'ютерної мережі технологічної системи, являється актуальною.

Мета атестаційної роботи – розробка засобу вдосконалення топологічних структур серверної мережі технологічної системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- виконати огляд та аналіз проблеми оптимізації комп'ютерних мереж технологічних систем;
- розробити постановку та математичну модель задачі структурно-топологічної оптимізації комп'ютерної мережі;
- розробити алгоритми та програмне забезпечення розв'язання задачі;
- реалізувати програмний продукт на процесах підприємства;
- запропонувати рішення з охорони праці у лабораторії зі створення програмного засобу.

Атестаційна робота виконується за методичними вказівками [1] та згідно ДСТУ 3008-15 [2].

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ОПТИМІЗАЦІЇ ОБЧИСЛЮВАНИХ МЕРЕЖ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

1.1 Технологічні системи як об'єкти управління

Технологічна система - це сукупність функціонально взаємопов'язаних засобів технологічного обладнання, об'єктів виробництва та виконавців для виконання в нормативних умовах виробництва заданих технологічних процесів або операцій [3].

До предметів виробництва належать:

- матеріали;
- заготовки;
- напівфабрикати;
- продукція.

Вони повинні відповідати виконуваному технологічному процесу на стадії зберігання, транспортування, формування, обробки, складання, ремонту, контролю та випробувань.

Регульовані умови виробництва включають:

- регулярність надходження матеріалів виробництва;
- параметри джерела живлення;
- екологічні параметри.

Існує чотири ієрархічні рівні технологічних систем:

- технологічні системи операцій;
- технологічні системи процесів;
- технологічні системи виробничих підрозділів;
- технологічні системи підприємств.

Об'єкт керування - це інструмент або нестабільний процес, для контролю поведінки якого створюються автоматичні або автоматизовані системи управління [4].

Основним моментом теорії управління є створення математичної моделі, яка описує поведінку об'єкта управління залежно від його положення, ефектів управління та можливих агресорів (перешкод). Де-юре розрахункова близькість математичних моделей, пов'язаних з об'єктами різної фізичної природи, дозволяє використовувати математичну теорію управління поза її взаємозв'язком із конкретними реалізаціями, а також класифікувати системи управління за формальними математичними ознаками (наприклад, лінійними та нелінійними, статичними та динамічними, детерміновані та стохастичні).

У ТАУ вважається, що керуючу дію на об'єкт управління надає інструмент керування. У дійсних системах інструмент керування пов'язаний з об'єктом управління. Тому для діючої теорії необхідно точно знайти кордон між цими сполучниками в одній послідовності.

Технологічні системи як об'єкт управління - це комплекс технологічних приладів та технологічний процес, що виконується на ньому керуючись до відповідних дисциплінарних актів. Технологічні системи та устаткування, що виконують незалежний технологічний процес, а також окремі фабрики (цехи, дільниці) можуть містити технологічні системи як одиниця контролю [5,6].

1.2 Комп'ютерні мережі технологічних систем

Комп'ютерна мережа технологічної системи - це система розбитого адміністрування даних, що являє собою систему щонайменше з двох серверів або ПК, які передають інформацію одне одному через особливі лінії зв'язку. Або інакше, мережа - це комплекс пов'язаних серверів або ПК та інших гаджетів, таких як сенсори, роутери (модеми), плати та інше. Мережа надає можливість взаємодії та допуску до використовуваних ресурсів; дозволяє отримувати допуск до даних, що зберігаються на ПК або серверах, та обмінюватися даними з ними [7].

Зазвичай класифікація комп'ютерних мереж (КМ) користується різними показниками, відбір яких полягає у відмежуванні від присутнього чисельного вибору тих, які гарантують цій схемі класифікації наступні неодмінні якості:

- можливість класифікації всіх, як винайдених, так і можливих топологічних розміщень у просторі;
- розподіл істотно відмінних мереж;
- тотожна систематизація будь-якої топологічної мережі;
- ясність, зрозумілість та прикладна доречність систематизованої мережі.

Якась незбіжність цих якостей обвантажує завдання вибору доцільної схеми систематизації обчислюваних мереж, що ще не знайшла абсолютної відповіді. Загалом серверні мережі технологічних систем поділяють на основі структурно-функціональної організації.

За призначенням комп'ютерні мережі поділяються на:

- обчислювальна техніка;
- інформаційні;
- змішані (інформаційно-обчислювальні).

Комп'ютерні мережі в основному призначені для вирішення проблем користувачів з обміном даними між точками зв'язку. Інформаційні мережі орієнтовані основним чином на надання інформаційних послуг. Змішані мережі мають функції перших двох.

Відповідно до типу комп'ютерів, що входять до складу комп'ютерних мереж, розрізняють:

- однорідні комп'ютерні мережі, які складаються із загальних програмних електронних комп'ютерів;
- неоднорідні, до яких належать несумісні з програмним забезпеченням комп'ютери.

Особливе значення має класифікація за територією, тобто за розміром території, охопленої мережею. І на це є вагомі причини, оскільки відмінності між технологіями локальних та глобальних мереж дуже значні, незважаючи на їх

постійне зближення. Розподіляючи мережі за територіальним принципом, можна виділити:

- локальні (LocalAreaNetworks - LAN) мережі;
- глобальні (WideAreaNetworks - WAN) мережі;
- міські (MetropolitanAreaNetworks - MAN) мережі.

Локальна мережа – простягається на території десь приблизно 1-2 км; прокладені з використанням вартісних точних ліній з'єднань, які дозволяють за допомогою нескладних способів передачі даних забезпечити високі швидкості передачі даних порядку 100 Мбіт/с. Ці послуги відрізняються широким різноманіттям і зазвичай забезпечують роботу в режимі онлайн.

WAN – суміщає в собі сервера або ПК, що базуються на сотні і тисячі кілометрів. Часто використовуються існуючі неякісні лінії зв'язку. Нижче, ніж у локальних мереж, швидкість передачі інформації (десятки кілобіт в секунду) обмежує кількість послуг, що надаються через передачу даних, частіше за все у паралельному режимі, але у паралельному режимі завдяки електронній пошті. Для сталої передачі дискретних даних використовуються більш складні методи та пристрої, ніж у локальних мережах.

MAN – посідають медіанне положення між LAN та WAN з'єднаннями. На вельми великих відстанях між вузлами (десятки кілометрів) вони мають високоякісні лінії зв'язку та високі показники обміну, іноді навіть більше, ніж у класичних локальних мережах. Як і у випадку з LAN мережами, при побудові MAN існуючі лінії зв'язку не використовуються, а перекладаються.

Відмінні риси LAN мережі:

- високі показники передачі, вища транзитна здатність;
- малі похибки передачі (або, аналогічно, якісні канали зв'язку).

Допустима вірогідність помилок передачі близько 10^{-7} – 10^{-8} :

- продуктивний, швидкий механізм керування даними;
- обмежена, чітко визначена кількість комп'ютерів, підключених до мережі.

Топологія (компонування, конфігурація, структура) комп'ютерної мережі, як правило, означає фізичне розташування мережевих комп'ютерів відносно один одного і спосіб їх з'єднання лініями зв'язку. Поняття топології стосується насамперед локальних мереж, в яких структуру зв'язків можна легко простежити. У глобальних мережах структура з'єднання, як правило, прихована від користувачів, не дуже важлива, оскільки кожен сеанс зв'язку може виконуватися по своєму [8].

Топологія визначає вимоги до обладнання, тип використовуваного зв'язку, можливі та найбільш зручні методи управління обміном, надійність, можливість розширення мережі.

Існує три основні топології комп'ютерних мереж [8]:

– мережева топологія шина, в якій всі комп'ютери з'єднані паралельно одній лінії зв'язку, а інформація з кожного комп'ютера одночасно передається на всі інші комп'ютери рис. 1.1;

– топологія зірка (star), в якій один периферійний комп'ютер підключений до інших периферійних комп'ютерів, і кожен з них використовує свою окрему лінію зв'язку рис. 1.2;

– мережева топологія кільце, при якій кожен комп'ютер завжди передає інформацію від одного комп'ютера до наступного в ланцюжку, а отримує інформацію лише від попереднього комп'ютера в ланцюжку. І цей ланцюг замкнутий у кільце рис. 1.3.

На практиці часто використовують комбінації базових топологій, але переважно мережі зосереджуються на цих трьох.

Топологія шини (загальної шини) за своєю структурою дозволяє ідентифікувати пристрої комп'ютерної мережі, а також рівність усіх користувачів. За такої комбінації комп'ютери можуть передавати інформацію лише по черзі, оскільки лінія зв'язку однакова. В іншому випадку передана інформація буде спотворена в результаті перекриття (конфлікт, зіткнення). Таким чином, напівдуплексний (halfduplex) режим передачі реалізується в шині (в обох напрямках, але в свою чергу, не одночасно).

У топології шина відсутній центральний клієнт, через якого передається вся інформація, що підвищує її надійність (бо коли який-небудь центр виходить з ладу, вся система, керована цим центром, перестає працювати).



Рисунок 1.1 – Мережева топологія шина

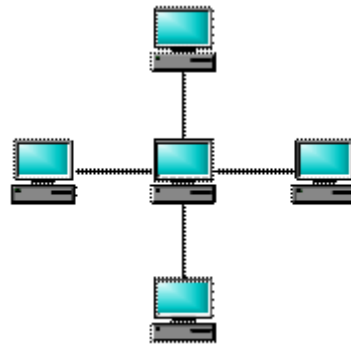


Рисунок 1.2 – Мережева топологія зірка

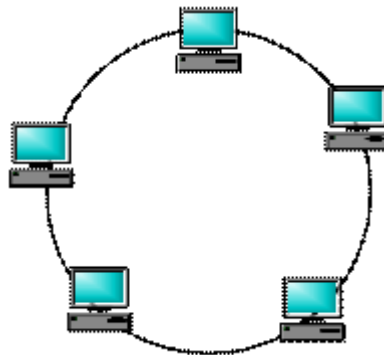


Рисунок 1.3 – Мережева топологія кільце

Додавати нових клієнтів до шини досить просто і зазвичай можливо навіть під час роботи мережі. У більшості випадків використання шини вимагає мінімальної кількості з'єднувального кабелю порівняно з іншими топологіями.

Однак майте на увазі, що кожен комп'ютер (крім двох крайніх) має два кабелі, що не завжди зручно.

Оскільки вирішення можливих конфліктів у цьому випадку лежить на мережевому обладнанні кожного окремого абонента, обладнання мережевого адаптера в шинній топології є більш складним, ніж в іншій топології. Однак через широке використання мереж з топологією шина (Ethernet, Arcnet) вартість мережевого обладнання не дуже висока.

Шина не боїться порушення роботи окремих ПК, оскільки всі інші ПК в мережі можуть продовжувати нормально обмінюватися. Може здатися, що шина не перепона і пошкодження дроту, адже в цьому випадку ми отримуємо дві повністю функціональні шини. Проте через особливості поширення електричних сигналів по довгих лініях зв'язку необхідно передбачити включення на кінцях шини спеціального обладнання – поглинача енергії, зображених на рис. 1.1 у вигляді квадратів.

Без ввімкнення поглиначів енергії сигнал відбивається від кінця лінії і спотворюється так, що зв'язок через мережу стає неможливим. Отже, якщо кабель перебитий або зіпсований, лінія зв'язку порушена, і комунікація між навіть тими серверами, які залишаються зв'язані, припиняється. Перебій ізоляції в будь-якій точці кабелю шини відключає всю мережу. Будь-який збій мережевої апаратури в шині дуже важко віднайти, оскільки всі сполучники підключені паралельно, і зрозуміти, який з них вийшов з ладу, складно.

При передачі через лінію зв'язку мережі з топологією шина інформаційні сигнали послаблюються і не відновлюються, що накладає суворі обмеження на загальну довжину ліній зв'язку, крім того, кожен клієнт може приймати імпульси від мережі на різних рівнях в залежності на відстані до абонента, що передає. Це накладає додаткові вимоги на приймальні вузли мережевого обладнання.

Для збільшення довжини мережі за допомогою шинної топології часто використовують кілька частин (кожен з яких є шиною), з'єднаних між собою спеціальними поновлювачами сигналу - ретрансляторами.

Однак таке збільшення довжини мережі не може тривати нескінченно довго, оскільки існують також обмеження, пов'язані з кінцевою швидкістю поширення сигналів по лініях зв'язку.

Топологія зірка - це топологія з чітко визначеною серединою, до якої підключені всі інші клієнти. Весь обмін інформацією відбувається виключно через центральний комп'ютер, який таким чином несе дуже велике навантаження. Тому він не може робити нічого, крім мережі. Зрозуміло, що мережеве обладнання центрального абонента повинно бути значно складнішим, ніж обладнання периферійних абонентів. Говорити про рівність абонентів у цьому випадку не доводиться. Як правило, центральний комп'ютер є найпотужнішим, і на нього покладено всі функції управління обміном. Жодні колізії в мережі з топологією зірка в принципі неможливі, оскільки управління повністю централізоване, конфліктувати не потрібно.

Якщо ми говоримо про стійкість зірки до відмов сервера, то вихід з ладу периферійного ПК не впливає на функціонування решти частини мережі, але будь-яка несправність центрального комп'ютера робить мережу повністю непрацездатною. Тому повинні бути спеціальні міри для підвищення надійності сервера та його мережевого обладнання. Обрив будь-якого кабелю або перебіг зі струмом в ньому в топології зірка порушує обмін лише одним комп'ютером, а всі інші комп'ютери можуть продовжувати нормально працювати.

На відміну від шини, у зірці на кожній лінії зв'язку є лише два клієнти: центральний та один із побічних. Найчастіше для їх з'єднання використовуються дві лінії зв'язку, кожна з яких передає інформацію лише різними шляхами. Таким чином, на кожній лінії зв'язку є по одному емітеру та ресиверу. Все це значно спрощує мережеву установку в порівнянні з шиною та позбавляє від необхідності додаткових зовнішніх термінаторів. Проблема загасання сигналу в лінії зв'язку вирішується також у зірці простіше, ніж у шині, оскільки кожен приймач завжди отримує сигнал одного рівня. Серйозним недоліком топології зірка є суворе обмеження кількості передплатників. Зазвичай центральний абонент може обслуговувати не більше 8-16 периферійних абонентів. Якщо в цих

межах підключення нових абонентів досить просто, то при їх перевищенні це просто неможливо. Іноді зірка надає можливість масштабування, тобто підключення замість одного з периферійних абонентів іншого центрального абонента (що призводить до топології декількох взаємопов'язаних зірок)

Зірка, зображена на рис. 1.2, іменується активною. Також є топологія, яка називається пасивною зіркою, яка лише схожа на зірку рис. 1.4. У цей час вона використовується набагато частіше, ніж активна зірка. Більше того, таке розміщення використовується в найвідомішій мережі Ethernet вже десятки років.



Рисунок 1.4 – Топологія пасивна зірка

Центр мережі з цією топологією містить не комп'ютер, а концентратор або хаб (hub), який виконує ту ж функцію, що і ретранслятор. Він відновлює вхідні сигнали і передає їх на інші лінії зв'язку. Хоча схема підключення кабелів подібна до реальної чи активної зірки, насправді існує топологія шини, оскільки інформація від кожного комп'ютера передається одночасно до всіх інших комп'ютерів, а центральний клієнт не існує. Логічним є те, що пасивна зірка дорожча за звичайну шину, оскільки в цьому випадку вам точно потрібен хаб. Однак він надає ряд додаткових функцій, пов'язаних з перевагами зірки. Ось чому останнім часом пасивна зірка все частіше витісняє справжню зірку, яку вважають топологією без подальшого розвитку.

Ми також можемо розрізнити проміжний тип топології між активною і пасивною зіркою. У цьому випадку концентратор не тільки передає сигнали, але і контролює обмін, але не бере участі в обміні.

Великою перевагою зірки (як активної, так і пасивної) є те, що всі точки з'єднання зібрані в одному місці. Це дозволяє легко керувати мережею, локалізувати збої в мережі, просто відключившись від центру певних абонентів (що неможливо, наприклад, у випадку з шиною), а також обмежити доступ третіх осіб до життєво важливих мережевих точок. Кожен периферійний абонент у випадку зірки може бути придатним як один кабель (який передає в обох напрямках), так і два кабелі (кожен з них передає в одному напрямку), а друга ситуація є більш поширеною. Загальний недолік для всієї топології типу зірка набагато вищий, ніж для інших топологій - споживання дроту. Наприклад, якщо комп'ютери знаходяться в одному рядку як на рис 1.1, то для вибору топології зірки потрібно буде в кілька разів більше кабелю, ніж топологія шини. Це може істотно вплинути на вартість всієї мережі в цілому.

Кільцева топологія - це топологія, в якій кожен ПК або сервер з'єднаний лініями зв'язку лише з двома іншими: він лише отримує інформацію від одного, а передає її іншому. На кожній лінії зв'язку, як і у випадку із зіркою, є лише один передавач і приймач. Це дозволяє уникнути використання зовнішніх поглиначів енергії. Важливою особливістю кільця є те, що кожен комп'ютер повторно передає (відновлює) сигнал, тобто діє як ретранслятор, тому загасання сигналу по всьому кільцю не має значення. Важливе лише загасання між сусідніми комп'ютерами кільця.

У цьому випадку немає чітко визначеного центру, всі комп'ютери можуть бути однаковими. Однак досить часто на кільці виділяється особливий абонент, який керує передачею або контролює передачу. Зрозуміло, що наявність такого контролю абонента знижує надійність мережі, оскільки його збій відразу паралізує всю передачу.

Власне кажучи, комп'ютери в кільці не є повністю рівними (на відміну, наприклад, від топології шини). Деякі з них обов'язково отримують інформацію від комп'ютера, який передає в цей час, раніше, а інші - пізніше. Саме на цій особливості топології і будуються методи управління мережевим обміном, спеціально розроблені для кільця. У цих методах право на наступну передачу

(або, як то кажуть, на захоплення мережі) переходить послідовно на наступний комп'ютер.

Підключення нових абонентів до кільця, як правило, абсолютно безболісне, хоча воно вимагає обов'язкового відключення всієї мережі на момент підключення. Як і у випадку з топологією шина, максимальна кількість абонентів у кільці може бути досить великою (до тисячі і більше). Топологія кільця, як правило, є найбільш стійкою до перевантажень, вона забезпечує надійну роботу з найбільшими потоками інформації, що передається в мережі, оскільки зазвичай не має конфліктів (на відміну від шини) і не має центрального абонента (на відміну від зірки).

Оскільки сигнал у кільці проходить через усі комп'ютери мережі, вихід з ладу хоча б одного з них (або його мережевої інсталяції) порушує роботу всієї мережі. Подібним чином, будь-яка обрив або коротке замикання в кожному з кільцевих кабелів робить роботу всієї мережі неможливою. Кільце найбільш вразливе до пошкодження кабелю, тому ця топологія, як правило, передбачає прокладку двох (або більше) паралельних ліній зв'язку, одна з яких знаходиться в резерві.

При цьому великою перевагою кільця є те, що повторна передача сигналів кожним абонентом дозволяє значно збільшити розмір всієї мережі в цілому (іноді до декількох десятків кілометрів). Кільце в цьому відношенні значно перевершує будь-яку іншу топологію.

Недоліком кільця (порівняно з зіркою) можна вважати той факт, що кожен комп'ютер в мережі повинен бути підключений до двох кабелів.

Іноді топологія кільця виконується на основі двох кільцевих ліній зв'язку, які передають інформацію в різних напрямках. Метою такого рішення є збільшення (в ідеалі вдвічі) швидкості передачі інформації. Крім того, якщо один з кабелів пошкоджений, мережа може працювати з іншим кабелем (хоча обмеження швидкості зменшиться).

На додаток до трьох розглянутих основних, базових топологій, часто використовується дерево топології мережі, яке можна розглядати як комбінацію

декількох зірок. Як і у випадку із зіркою, дерево може бути активним або реальним рис. 1.5 та пасивним рис. 1.6. В активному дереві в центрах об'єднання декількох ліній зв'язку знаходяться центральні комп'ютери, а в пасивному - концентратори.

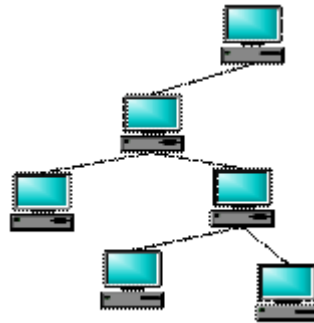


Рисунок 1.5 – Топологія активне дерево

Часто використовується комбінована топологія, наприклад, зоряна шина, зоряне кільце. Топологія мережі визначає не тільки фізичне розташування комп'ютерів, але, що більш важливо, характер зв'язків між ними, особливо розподіл сигналів по мережі. Саме природа з'єднань визначає ступінь відмовостійкості мережі, необхідну складність мережевого обладнання, найбільш підходящий метод управління обміном, можливі типи носіїв передачі (канали зв'язку), допустимий розмір мережі (довжина ліній зв'язку та кількість абонентів), потреба в електричній координації та багато іншого.

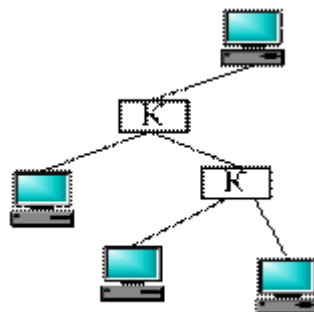


Рисунок 1.6 – Топологія пасивне дерево

Топологічна структура комп'ютерної мережі, як правило, визначається структурою підпорядкування об'єктів або їх територіальним розташуванням. Радіально-вузлова різновид деревної мережі наведена на рис. 1.7.

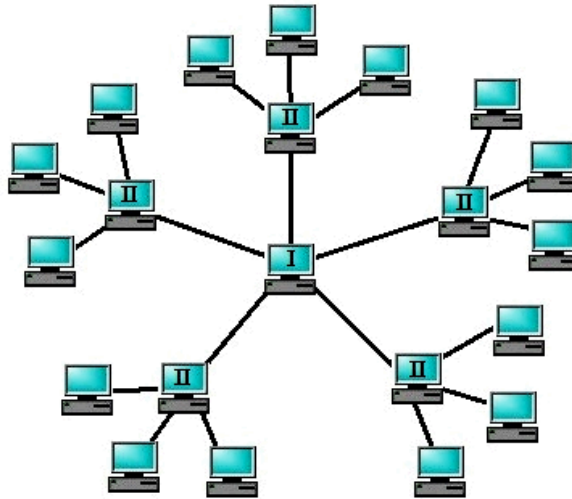


Рисунок 1.7 – Радіально-вузлова мережа (ієрархічна)

У літературі під топологією мережі розуміють чотири абсолютно різних поняття, що стосуються різних рівнів архітектури мережі:

- фізична топологія (тобто компонування комп'ютерів та кабелів). У цьому сенсі, наприклад, пасивна зірка нічим не відрізняється від активної зірки, тому її часто називають просто зіркою;
- логічна топологія (тобто структура з'єднань, характер поширення сигналу по мережі). Це, мабуть, найбільш правильне визначення топології;
- топологія управління обміном (тобто принцип і послідовність передачі права захоплення мережі між окремими комп'ютерами);
- інформаційна топологія (тобто напрямки потоків інформації, що передаються в мережі).

Наприклад, мережа з фізичною та логічною топологією шина може в якості методу управління використовувати ретрансляційну передачу права для захоплення мережі (тобто бути в цьому сенсі кільцевою) і одночасно передавати всю інформацію через єдиний комп'ютер (у цьому сенсі) бути зіркою).

Централізовані комп'ютерні мережі з архітектурою радіальних вузлів є найбільш поширеними в системах управління процесами.

1.3 Проблеми оптимізації комп'ютерних мереж технологічних систем

Для вирішення проблем оптимізації комп'ютерних мереж використовуються комбінаторний та наближений методи [9]. Точні методи гарантовано знаходять оптимальне рішення, однак, враховуючи NP-складність завдань, їх можна використовувати лише для оптимізації найпростіших мереж з невеликою кількістю елементів.

Для зменшення часової складності та підвищення точності наближених методів структурно-топологічної оптимізації застосовуються спеціальні процеси [10]:

- попереднє визначення багатьох елементів, на основі яких доцільно створити мережеві вузли (аналіз дерева мінімальної усадки, аналіз усадки, що з'єднує елементи з центром, аналіз матриці найближчих сусідів);
- попередня оцінка оптимальної кількості вузлів мережі;
- попередня кластеризація елементів існуючої мережі (к-засоби, с-засоби, к-засоби ++);
- перезапустити алгоритми з багатьма різними початковими місцями розташування елементи та (або) мережеві вузли (процедура багатозапуску multi-start);
- метаевристика, рішення, як очікується, буде вдосконалено тимчасовим відходом до найгіршого сценарію, що дозволяє виходити з місцевих оптимумів.

Проблема розміщення вузлів інформаційних та комп'ютерних мереж вирішується за різними критеріями, з використанням різних цільових функцій, в умовах різних вимірів та ступеня визначеності вихідних даних, обмеження часу та ресурсів. Це вимагає розробки багатьох методів вирішення проблем проектування та реінжинірингу топологічних структур інформаційних та комп'ютерних мереж, що відрізняються за точністю та складністю. Вони повинні мати меншу

складність у часі, ніж комбінаторні методи, і вищу точність, ніж існуючі наближені методи.

1.4 Методи оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж технологічних систем

Для оптимізації методів влаштування топологічних структур комп'ютерних мереж використовуються різні типи мережевих структур. У нашому випадку можна використовувати деякі методи як деревоподібну, лінійну, зіркоподібну та радіально-вузлову мережі [11].

У деревній мережі існує лише один шлях між кожною парою вершин. Їх називають найкоротшими посиланнями в мережі, оскільки вони мають мінімальну загальну довжину гілок серед усіх можливих структур. Живучість такої мережі надзвичайно мала.

Зіркові та лінійні мережі зазвичай використовуються для підключення датчиків у точці управління. Ці мережі легко проектуються і дозволяють добре використовувати канали. Недоліком цих мереж є висока величина транзитного навантаження, особливо в зіркоподібній мережі через центральний вузол.

Мережа вузлів частково усуває цей недолік, оскільки в ньому центральний вузол звільняється від тієї частини транзитного навантаження, яку приймають вузли нижнього рівня ієрархії (мережевий комутатор). Тому головна мережа часто використовується як основна мережа. У деревоподібних мережах існує єдиний спосіб передачі повідомлень між абонентами або центрами комутації. Відомо, що використання обхідних шляхів може підвищити надійність доставки повідомлень в мережі. Нам підходить радіально-вузлове розміщення.

Тому для оптимізації нашої мережі більше підходить радіально-вузлове розташування мережі, так як при її використанні відбувається менше навантаження, а дані, що обробляються мережевим комутатором, передаються на центральний комп'ютер без великої черги.

1.5 Постановка задачі дослідження

За результатами аналізу проблем оптимізації обчислювальних мереж технологічних систем були виділені такі основні задачі: розміщення концентраторів та вибір топологічної мережі; визначення доцільної схеми систематизації обчислюваних мереж; вибору засобу функціонування.

У процесі вирішення деяких завдань оптимізації обчислювальних мереж технологічних систем використовується нормативний підхід, який полягає у тому, що кількість комунікаційного обладнання та топологічних елементів мережі визначається виходячи з затверджених нормативів. Даний підхід не враховує територіальне розташування та особливості елементів мережі, інших факторів.

Аналіз проблем оптимізації комп'ютерних мереж показав що для оптимізації використовуються комбінаторний та наближений методи [9]. Точні методи гарантовано знаходять оптимальне рішення, однак, враховуючи NP-складність завдань, їх можна використовувати лише для оптимізації найпростіших мереж з невеликою кількістю елементів.

У комбінаторних методах проводиться перебір варіантів топологічних структур. Часова складність більшості методів цієї групи має порядок від C_n^m до 2^n (де n – кількість можливих розміщень елементів системи; m – кількість елементів системи). Але у наш час використання такого методу обмежує область застосування системами з відносно невеликим кількістю елементів.

Наближені методи не знаходять широкого застосування в зв'язку з тим, що реалізація є складною та вони дозволяють лише наближено знаходити необхідні параметри.

Характерною особливістю завдань оптимізації комп'ютерних мереж є їх багатокритеріальність. Це ускладнює розробку формальних методів їх вирішення. Однією з основних є завдання вибору сукупності критеріїв оптимальності, для максимізації ефектів від їх функціонування і мінімізацію витрат на проектування. Зазвичай у якості єдиного критерію при вирішенні більшості завдань використовують вартісний критерій, та іноді використовують оперативність, живучість або надійність.

Багатокритеріальні задачі можна спростити, якщо визначити основний

критерій, а інші критерії використовувати у якості обмежень.

Через неповну визначеність вихідних даних, високу обчислювальну складність методів вирішення, багатокритеріальність, а також наявність специфічних умов і обмежень завдання оптимізації комп'ютерних мереж відносять до малоструктурованих.

Для завдань такого виду оптимальними виявляються інтерактивні технології рішення, які дозволяють об'єднати найбільш ефективні математичні методи з досвідом і знаннями проектувальника або особи, яка приймає рішення.

Система підтримки прийняття рішень призначена для підтримки багатокритеріальних рішень у складному інформаційному середовищі та вирішує два основні завдання: вибір найкращого рішення з множини можливих (оптимізація) та впорядкування можливих рішень за бажаністю (ранжування).

Актуальність теми визначається тим, що незважаючи на численні публікації, присвячені вирішенню проблеми оптимізації обчислювальних мереж технологічних систем, ця проблема ще далеко не вирішена і вимагає подальшого дослідження, тому що досі потребує значних матеріальних, часових та грошових витрат.

З огляду на це, метою магістерської роботи є розробка засобу вдосконалення топологічних структур серверної мережі технологічної системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- обрати математичну модель та метод оптимізації ;
- розробити програмне забезпечення;
- розрахувати економічну вигоду інноваційного продукту.

1.6 Висновки 1 розділу

У розділі 1 технологічні системи були розглянуті як об'єкти управління, наведені приклади процесів та операцій. Також представлена класифікація комп'ютерних мереж за призначеннями та територіальними ознаками, було виокремлено переваги та недоліки кожної. Описано і зображено основні види топології, а саме приділяється увага до їх можливостей в залежності від бажань користувача, тобто не тільки фізичного розташування комп'ютерів, але і харак-

теру зв'язків між ними, особливостями розповсюдження сигналів по мережі. Обрали радіально-вузлову розстановку мережі, як найефективнішу для використання у нашій мережі. Поставлена задача дослідження.

2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

2.1 Формулювання задачі

Основним завданням атестаційної роботи є розробка забезпечення для оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж технологічних систем. Шлях вирішення цієї проблеми полягає у розробці програмного забезпечення, яке сформує оптимальне розташування вузлів (локальних комп'ютерів, мережевих комутаторів або концентраторів) щодо датчиків. Програмне забезпечення має забезпечувати розташування вузлів за допомогою методів оптимізації. Всі наступні розташування повинні бути дешевшими за попередні.

2.2 Математична модель проблеми структурно-топологічної оптимізації комп'ютерної мережі

Проблема оптимізації обчислювальної мережі технологічної системи з радіально-вузловою структурою розглядається в наступній постановці [12, 13].

Задано: набори елементів мережі, розкидані по всій території $El = \{el_i\}, i = \overline{1, n_E}$ та їх характеристики, типи вузлів та з'єднань, на основі яких створюється система, замість можливого розташування її вузлів G та основного положення технології її роботи. Передбачається, що система використовує вузли та зв'язок, потужність яких є достатньою для обслуговування нерухомих елементів. Необхідно визначити:

- розташування центру (центральний вузол);
- оптимальна кількість вузлів (підсистем) системи n_U^o ;
- їх розташування $Y = \{y_i^g\}, i = \overline{1, n_U^o}, g \in G$;
- безліч елементів, безпосередньо пов'язаних з кожним з вузлів

$$El_j = \{el_i\}, i = \overline{1, n_U}.$$

Бажана мета - екстремізувати вибрані часткові критерії ефективності:

- витрати, ефективність;
- живучість;
- надійність.

Різновиди сформульованої задачі є завданнями, якщо їх задано:

- розташування центрального вузла;
- кількість вузлів;
- максимальна кількість елементів, підключених до вузла;
- можливі місця розташування вузлів не збігаються з розташуванням елементів тощо.

У переважній більшості завдань синтезу та оптимізації єдиним або головним критерієм є витрати на його створення та (або) функціонування. Витрати складаються з витрат центру C_C , вузли C_U , елементи C_E , зв'язком між вузлами і центром C_{UC} , зв'язком між елементами і вузлами C_{EU} :

$$C = C_C + C_U + C_{UC} + C_E + C_{EU}. \quad (2.1)$$

Для формалізованого подання топологічної структури ми використовуємо апарат теорії графів: елементи, вузли та центр будуть представлені вершинами графа, а зв'язки між ними - його дугами. Для встановлення графіка ми використовуємо матрицю суміжності $R = [r_{ij}]$, $i, j = \overline{1, n_E}$, де $r_{ij} = 1$, якщо вершини i і j пов'язані дугою, $r_{ij} = 0$ – в іншому випадку. Для всіх вершин $i = \overline{1, n_E}$, відображають елементи, на основі яких розміщуються вузли $r_{ij} = 1$.

Коли використовується як показник витрат, значення відповідного C критерію може бути представлене як:

$$C = C_C + \sum_{i=1}^{n_E} (c_U + c'_{iC} + c'_{Ci}) \cdot r_{ij} + c_E \cdot n_E + \sum_{i=1}^{n_E} \sum_{j=1}^{n_E} c_{ij} \cdot r_{ij} \rightarrow \min_{r_{ij}} \quad (2.2)$$

де C_C – вартість центру;

n_E – кількість елементів, що входять до складу системи;

C_U – вартість вузла;

c'_{iC} , c'_{Ci} – вартості зв'язку i -го вузла з центром і центру з i -м вузлом;

c_E – вартість елемента;

c_{ij} – вартість зв'язку між елементами i і j .

Обмеження:

– кожен елемент повинен бути пов'язаний з одним з вузлів, тобто $\sum_{i=1}^{n_E} r_{ij} = 1$

для всіх $j = \overline{1, n_E}$, для яких $r_{ij} = 0$;

– до вузла повинно бути підключено не менше одного елемента $\sum_{i=1}^{n_E} r_{ij} \geq 1$

для всіх $j = \overline{1, n_E}$, для яких $r_{ij} = 1$;

– загальна кількість зв'язків, $\sum_i \sum_j r_{ij} = 2(n_E - 1) + n_U$ де n_U – кількість вузлів в системі, $n_U = \sum_i r_{ii}$;

– елемент j приєднується до вузла i по мінімуму вартості $\min_i c_{ij}$;

– кожен з вузлів $i = \overline{1, n_U}$ зв'язується з центром, тобто $r_{ii} = 1 \rightarrow r_{iC} = 1$ і $r_{Ci} = 1$;

– вузли не зв'язуються між собою, тобто $(r_{ii} = 1 \text{ і } r_{jj} = 1) \rightarrow (r_{ij} = 0 \text{ і } r_{ji} = 0)$;

– кількість вузлів n_U може змінюватися від 0 до n_E , тобто $1 \leq \sum_{i=1}^{n_E} r_{ii} \leq n_E$.

2.3 Метод оптимізації комп'ютерних мереж

Радіально-вузлова структура мережі поєднує кілька радіальних мереж. Її переваги та недоліки, а також параметри (кількість гілок та підключення) відповідають радіальній структурі. У порівнянні з радіальною, радіально-вузлова структура більш економічно вигідна при її організації на більшій площі. Мережа, побудована з використанням такої структури, має ієрархічні рівні. На рисунку 2.1 показаний приклад, де на верхньому рівні ієрархії знаходиться основний комп'ютер класу I, а на нижньому - підпорядковані йому комутаційні вузли класу II. Несправність одного з вузлів рівня II частково порушує роботу мережі.

Мережа побудована з використанням комбінованої структури, також має вузли декількох рівнів ієрархії рис. 2.1. У комбінованій мережевій структурі комп'ютер класу I класу утворює повністю підключену мережу, а комп'ютер класу I разом з двома вузлами класу II та відповідними кінцевими вузлами утворює структуру радіального вузла. У межах кожної радіально-вузлової структури можна розділити на дві - три радіальні структури. Кількість гілок у мережі з комбінованою структурою перевищує $N-1$, але менше $N(N-1)/2$. Варіанти підключення також можуть бути різними. Наприклад, на рисунку 2.1 наведені випадки встановлення зв'язків між вузлами класу $D1$ зв'язок $s=2$, для інших варіантів зв'язків – $s=1$. Об'єднана мережева структура надійніша, ніж радіально-вузлова, але набагато менше, ніж повністю зв'язана. У мережах цехів для організації локальних мереж зв'язку часто використовується повністю пов'язана структура.

Цей метод виконується на основі оптимізації координат. Ідея методу спрямованого пошуку, який реалізує для розміщення вузлів схему оптимізації координат, полягає в наступному [13, 14].

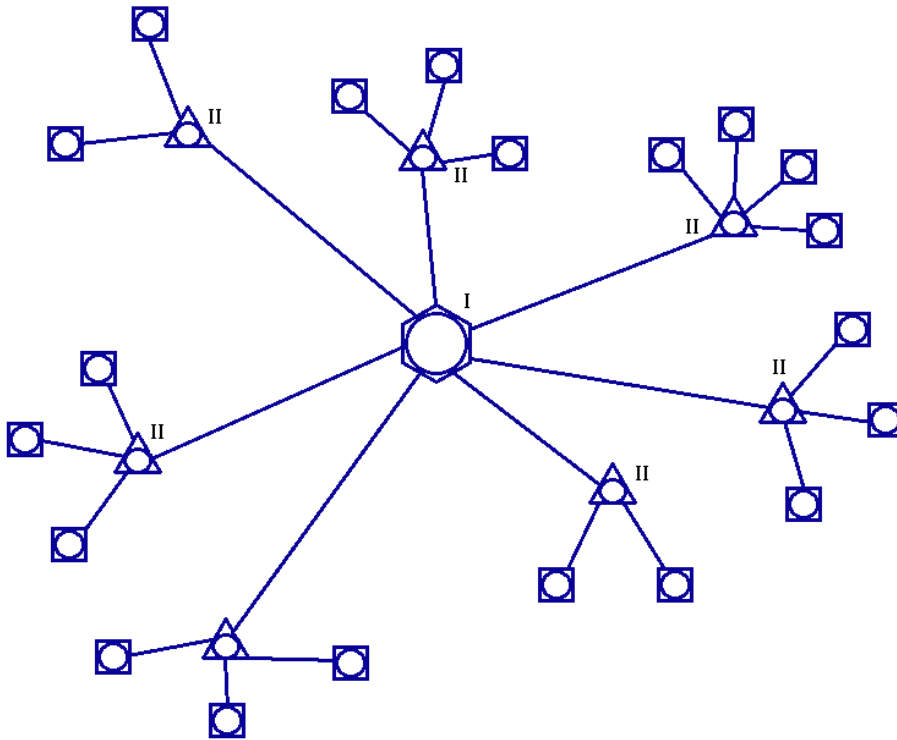


Рисунок 2.1 – Радіально-вузлова структура мережі

Обрати початкове значення кількості вузлів $n_U = n'_U$, необхідні для обслуговування наборів елементів (у конкретному випадку – $n'_U = 1$), і сформува-ти початкову версію їх розміщення. По черзі для кожного з вузлів n_U змінити його місцезнаходження (за фіксованим місцем $n_U - 1$ інші) та визначають найкращий розподіл елементів за критерієм $\min_i c_{ij}$ (де c_{ij} – вартість зв'язку між елементом j та вузлом i) доти, доки загальне рішення має мінімальні витрати $C(n_U)$ покращується. Визначити вдосконалену компоновку вузлів та розподіл наборів елементів за вузлами $El_k = \{el_i\}, k = \overline{1, n_U}$. Визначити вартість отрима-ного варіанту $C(n_U)$.

Змінити кількість вузлів у системі $n_U := n_U \pm 1$ і вирішити проблему роз-міщення вузлів і розподілу набору елементів по вузлах, щоб отримати найкра-ще рішення за критерієм вартості $C^0 = \min C(n_U)$.

2.4 Висновки 2 розділу

У процесі пошуку методу оптимізації комп'ютерних мереж стану визначено, що до теперішнього часу відсутній її формалізований комплексний опис з урахуванням структурних, топологічних, параметричних особливостей та дане завдання було розглянуте як комплекс завдань, що виникають при необхідності структурних, топологічних або параметричних змін у зв'язку зі змінами характеристик користувачів, збільшенням їх кількості, розширенням множини функціональних завдань, вдосконаленням елементної бази та технологій.

Далі на основі огляду основних витрат на забезпечення завдання структурно-топологічної оптимізації комп'ютерних мереж обрана математична модель оптимізації координат для вирішення даної задачі. Та розглянуті алгоритми вирішення поставленого завдання з використанням методів топологічної оптимізації мереж. Обраний метод спрямованого пошуку розглянутий для подальшого використання при розробці програмного засобу.

3 РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ЗАДАЧІ

3.1 Опис алгоритмів розв'язування задач

Суть методу оптимізації координат полягає у вдосконаленні початкової версії шляхом почергової оптимізації можливих розташувань для кожного вузла у фіксованих місцях $u-1$ вузлах рисунок 3.1. Процедуру повторюють до досягнення локального екстремуму цільової функції [10].

План дій складається з таких елементів:

1) помістіть вихідні дані: набори можливих розташувань вузлів; кількість вузлів u ; індекс поточного вузла $-j:=1$; значення поточної ітерації $-i:=0$; значення лічильника проходу в усіх точках 1; початкове значення для найкращого варіанту розміщення вузла w^o ; більш добре поточне значення критерію $\Delta C(w_i^1)=\infty$;

2) сформуйте початкове розташування вузлів w_i^1 , обчислити значення критерію $\Delta C(w_i^1)$;

3) збільште значення лічильника ітерацій $i:=i+1$; для вузла j в w_i^1 змінити його розташування за фіксованими значеннями для $u-1$ вузлів;

4) обчислити значення критерію (2). Коли $\Delta C(w_i^1) \leq \Delta C(w_{i-1}^1)$, то $\Delta C(w^1) := \Delta C(w_i^1)$, $w^o := w_i^1$ і перейти до кроку 5;

5) зробити значення більшим $j:=j+1$. Якщо $j < u$ приступити до кроку 3, в іншому випадку – до кроку 6;

6) якщо $l=0$, присвоїти $w_i^{l+1} := w_i^1$, $l:=l+1$, $j:=1$, та приступити до кроку 3, в іншому випадку – до кроку 7;

7) якщо $\Delta C(w^l) \leq \Delta C(w^{l-1})$, то $w_i^{l+1} := w_i^l, l := l+1, j := 1$ та приступити до кроку 3, інакше – до кроку 8;

8) кінець алгоритму: отримується рішення з найменшим із розглянутих значень вартості $\Delta C(w^o)$.

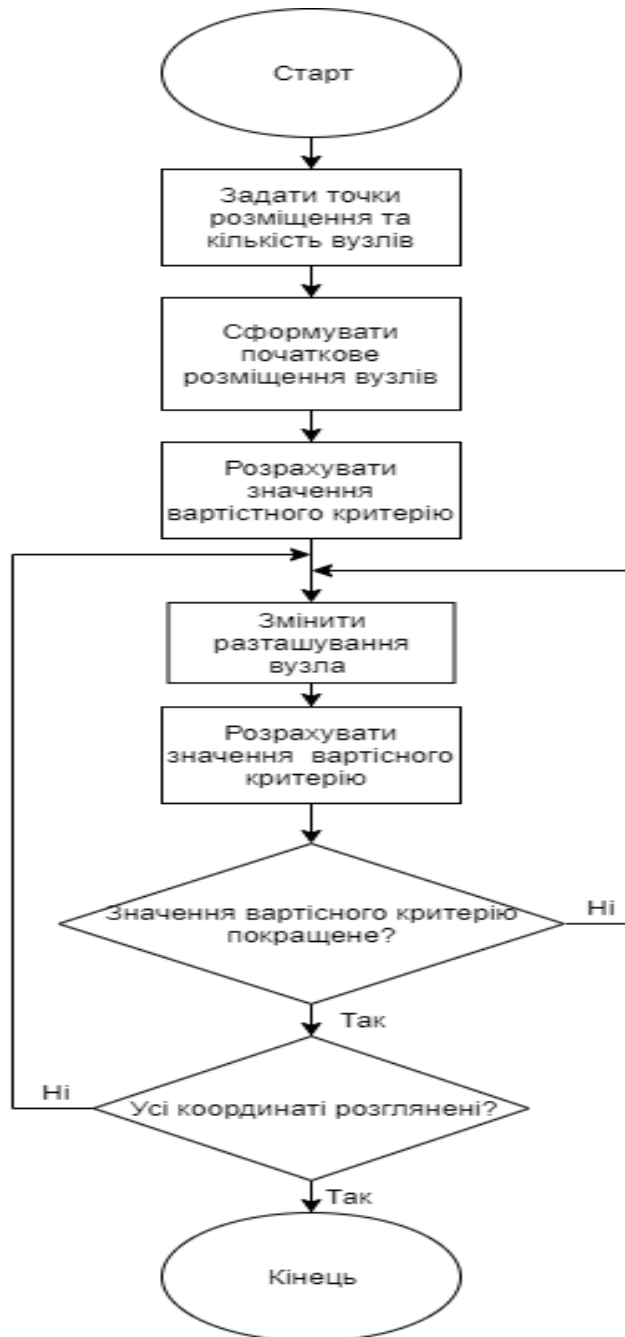


Рисунок 3.1 – Блок-схема роботи методу оптимізації координат

Метод Tabu Search заснований на процедурі аналізу матриці найближчих сусідів рисунок 3.2. Для виходу з локального оптимуму використовується

список заборон, який включає історію пошуку. У ході реалізації методу потрібно вирішити додаткове завдання для формування списку найближчих сусідів.

При створенні списку найближчих сусідів використовуються допоміжні структури даних (найпопулярніші з яких - kd-дерево, R-дерево, X-дерево) та

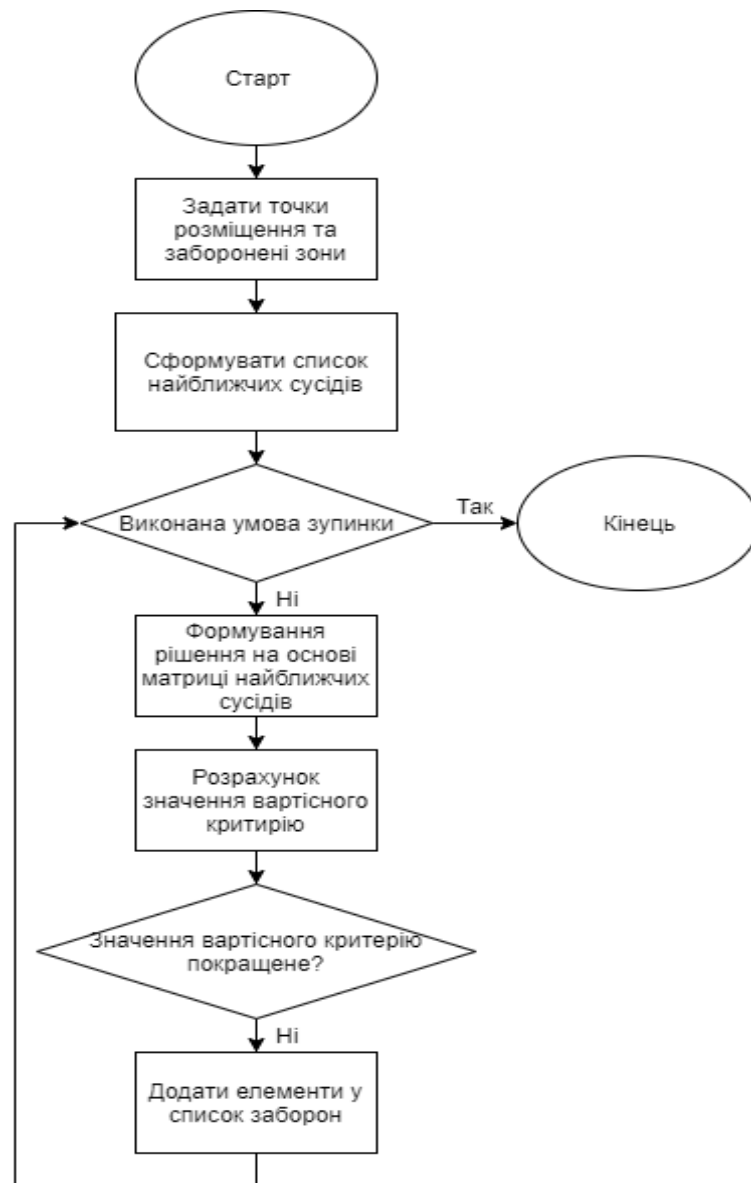


Рисунок 3.2 – Блок-схема роботи методу Tabu Search

використовуються додаткові методи, такі як хешування, що враховує місцевість (LSH).

Алгоритм складається з наступних пунктів [10]:

1) завдання вихідних даних: набори можливих розташувань вузлів; перелік заборон $T := \emptyset$; місцевість пошуку найближчих сусідів; кількості ітерацій $i := 0$; ліпше поточне значення критерію $\Delta C(w_i^1) = \infty$;

2) створити список найближчих сусідів;

3) створити рішення $w_0, w^o := w_0$;

4) якщо умова зупинки виконана, перейдіть до пункту 8, інакше перейдіть до наступного пункту;

5) створити рішення w_i на основі матриці найближчих сусідів і списку заборон T ;

6) якщо $\Delta C(w_i) < \Delta C(w_{i-1})$, то $w^o := w_i$ додати частини множин T в список заборон;

7) змінити значення $i := i + 1$ та перейти до пункту 4;

8) кінець роботи алгоритму: маємо рішення w^o з найменшим значенням витрат $\Delta C(w^o)$.

Метод генетичної селекції реалізує процедури наслідування, мутації, виділення, кросинговеру рисунок 3.3. Кожна хромосома показує надлишок місць розташування вузлів w_i на ітерації i . Код індексу вузла використовується як ген, а критерій - як варіант придатності (крок 2).

Алгоритм складається з таких пунктів [10]:

1) завдання вихідних даних: набір місць можливого розташування вузлів, розмір популяції хромосом; ймовірність мутації p , число ітерацій $i := 0$; краще поточне значення критерію $\Delta C(w_i^1) = \infty$;

2) змінити значення $i := i + 1$ і сформулювати початкову популяцію;

3) обчисліть значення функції адаптації (крок 2) для всіх популяцій хромосом і виберіть найкращу хромосому за найменшим значенням функції адаптації $\Delta C(w_i)$; $w^o := w_i$;

4) коли $\Delta C(w_{i-1}) > \Delta C(w_i)$, то $w^o := w_i$ та перейти до пункту 8, в іншому разі – до пункту 5;

- 5) відбір хромосом;
- 6) виконайте схрещування та (із заданою ймовірністю) мутації p ;
- 7) сформууйте нову популяцію. Далі до пункту 3;
- 8) кінець роботи алгоритму: маємо рішення w^o зі значенням витрат $\Delta C(w^o)$.

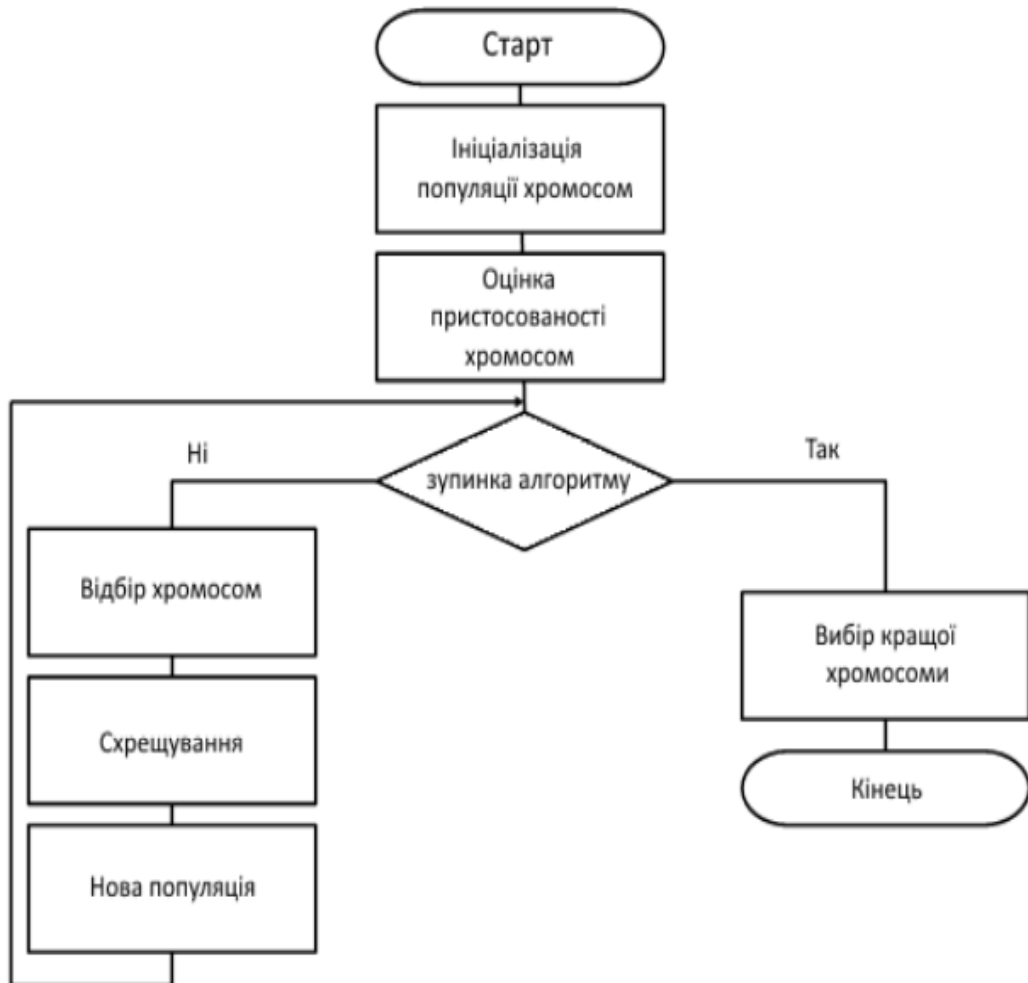


Рисунок 3.3 – Блок-схема роботи алгоритму генетичної селекції

Суть методу k-means полягає в мінімізації сумарного відхилення точок кластера від їх центрів рисунок 3.4. Кожна точка кластера представлена розташуванням можливих вузлів, її координати визначаються координатами елемента. Центроїд v центр мас кластера i визначається за формулою:

$$v_k^j = (1/n_v) \sum_{i=1}^{n_v} x_i^j, \quad (3.1)$$

де v_k^j – j -я координата k -го центроїда, $j = \overline{1,2}, k = \overline{1,u}$;

n_v – число точок в k -м кластері (число елементів, приєднані до вузла);

x_i^j – j -я координата i -ї точки кластера.

Алгоритм складається з таких пунктів [10]:

1) завдання вихідних даних: набори місць можливого розміщення вузлів, кількість кластерів; набори оптимальних розташувань вузлів $w^0 := \emptyset$; значення поточної ітерації $i := 0$;

2) змінити значення $i := i + 1$ та згенерувати початкову множину центроїдів w_0 ;

3) для кожного центроїда обчисліть відстань до кожної точки, сформуєте кластер;

4) розрахувати нові центроїди за медіанним значенням координат усіх точок кластера;

5) перевірка кінця: якщо $w_i = w_{i-1}$ перехід до пункту 3, а інакше – до пункту 6;

6) знайти найліпше рішення w^0 шляхом визначення для кожного кластера точки, найближчої до центроїду;

7) кінець роботи алгоритму: маємо рішення w^0 з найменшим значенням витрат.

Такі методи можуть бути використані при розробці програмного забезпечення для оптимізації комп'ютерних мереж з радіально-вузловими структурами в різних сферах діяльності [14].

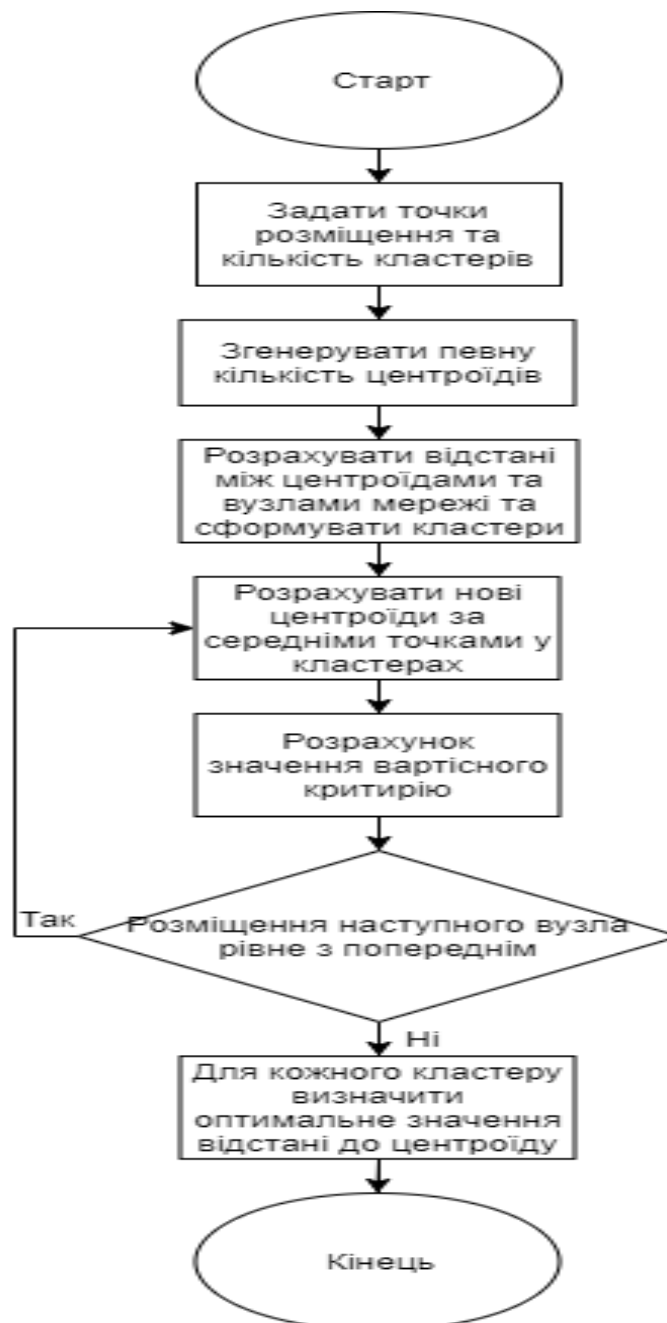


Рисунок 3.4 – Блок-схема роботи методу кластеризації методом k-means

3.2 Опис програмного забезпечення

Для знаходження рішення існуючої задачі найбільш за все підходять програмні властивості програми Microsoft Visual Studio 2017.

Microsoft Visual Studio 2017 – продукт Microsoft, який вміщує скомпоновану середу розробки програмного забезпечення та безліч інших інструментів: від планування до розробки користувацького інтерфейсу, написання коду,

тестування, налагодження, аналізу якості та продуктивності коду, розгортання клієнта та збору телеметричних даних про використання. Ці інструменти призначені для найбільш ефективної роботи разом; всі вони доступні в (IDE) Visual Studio.

Visual Studio можна застосовувати для створення різноманітних типів додатків; від легких додатків магазинів та ігор для мобільних клієнтів до великих і складних систем, що виконують роботу підприємства та центрів обробки даних. Ви можете створити:

- додатки та ігри, які застосовуються не тільки на ОС Windows, але і на Android і iOS;
- веб-сторінки і веб-служби на базі ASP.NET, JQuery, AngularJS та інших популярних платформ;
- програми для різноманітних платформ і пристроїв, включаючи, але не обмежуючись ними: Office, Sharepoint, Hololens, Kinect та Інтернет речей;
- ігри та графічні програми для різних гаджетів Windows, включаючи Xbox з підтримкою DirectX.

Зазвичай Visual Studio гарантує підтримку C#, C та C++, JavaScript, F# та Visual Basic. Visual Studio добре працює та об'єднується зі сторонніми додатками, наприклад, Unity і Apache Cordova, за допомогою розширень набору засобів Visual Studio для Unity та пристроїв Visual Studio для Apache Cordova відповідно. Ви також можете самостійно розширити Visual Studio, створивши власні засоби для виконання різноманітних завдань.

Ви можете створити власні інструменти локально та переконатися, що вони працюють належним чином. Потім використовуйте налагоджувач, щоб вирішити будь-які проблеми з вашим додатком. Ви також можете створювати проекти на спільних серверах будівель або в хмарі. Автоматизуйте процес компіляції для генерації коду, щоб розробники у вашій команді були задоволені системою контролю версій. Постійна інтеграція на будь-якій платформі для отримання додаткової інформації.

У Visual Studio ви можете налаштувати середовище розробки за допомогою налаштувань. Значення налаштувань можуть базуватися на різних процедурах розробки, а також на перевагах користувача. Наприклад, ви можете налаштувати відображення на панелі інструментів, макет вікна, розташування команд меню, пунктів меню, шаблонів у вікні Нові проекти, попередньо визначених комбінацій клавіш та фільтрів довідки.

За допомогою налаштувань можна зробити наступне:

- скопіювати поточні налаштування на інший комп'ютер;
- поділитися налаштуваннями з іншими розробниками;
- надати можливість усім учасникам групи використовувати однакові параметри для певних частин середовища розробки, не змінюючи параметрів інших частин;
- переносити налаштування на іншу версію Visual Studio.

Під час першого запуску Visual Studio потрібно вибрати набір параметрів, що містять відповідні налаштування для ваших розробок. Під час оновлення до іншої версії Visual Studio ви можете застосувати налаштування до іншої версії за допомогою функції Мої попередні параметри. Набір параметрів - це перша частина поточних параметрів. Щоразу, коли ви змінюєте налаштування Visual Studio, наприклад, коли ви змінюєте текст із коментарями в редакторі, ця зміна автоматично зберігається у файлі Currentsettings.vssettings за попередньо визначеними параметрами. У Visual Studio поточні налаштування застосовуються автоматично при кожному запуску Visual Studio.

Вікно джерела даних можна використовувати для створення елементів керування прив'язкою даних в інтерфейсі користувача, перетягуючи елементи з вікна в область дизайнера проекту.

3.3 Приклад розв'язання задачі

Використовуючи можливості Visual Studio 2017, були створені ключові елементи програми та оптимізовані концентратори в місці розташування

датчиків. Розглянемо детальніше процес запису координатних точок датчиків.

Точки вводяться вручну або за допомогою клавіші Generate Values, яка генерує випадкові числа. Якщо нам потрібно створити нові координати, нам потрібно натиснути клавішу New і ввести випадкові числа в рядок таблиці. Координати вказаних датчиків записані в таблиці 3.1.

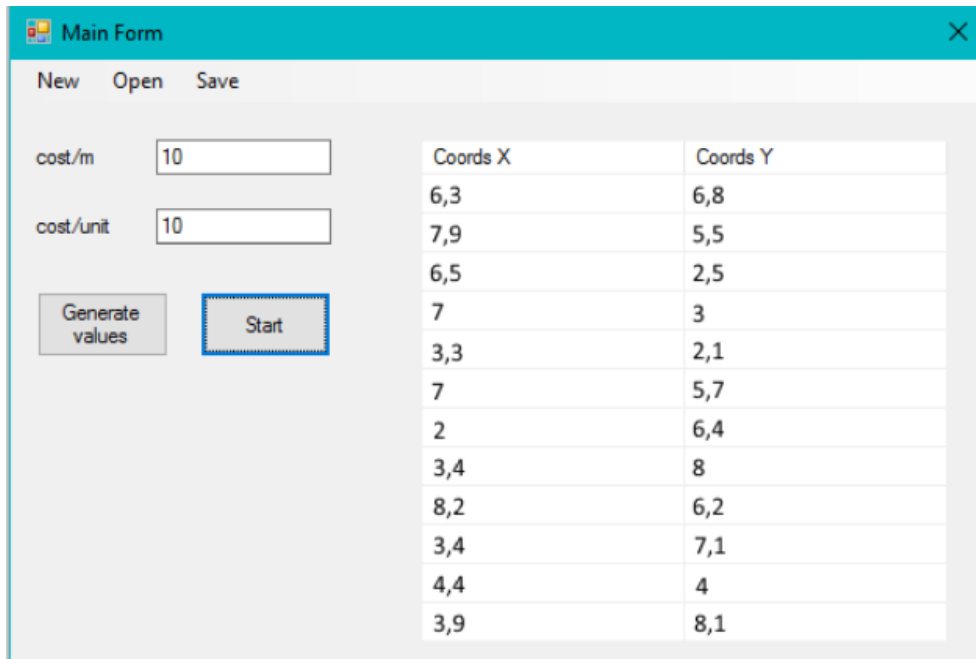
Таблиця 3.1 – Координати датчиків по x та y

№ датчика	Координата x , м	Координата y , м
1	63	68
2	79	55
3	65	25
4	70	30
5	33	21
6	70	57
7	20	64
8	34	80
9	82	62
10	34	71
11	44	40
12	39	81
13	67	42
14	43	78
15	92	83
16	17	52
17	53	18
18	70	19
19	74	15
20	90	31

Також у першому вікні рис. 3.5 є рядок для введення собівартості за довжину дроту $cost/m$ та рядок для введення собівартості за перемикачем $value/unit$. Для збереження даних, які ми ввели в координатних рядках x та y , потріб-

но зберегти файл, натиснувши кнопку Save у форматі txt. Якщо нам потрібні ці дані, ми можемо відкрити їх у зручний для нас спосіб, натиснувши кнопку Open.

Щоб розпочати роботу з програмою, нам потрібно натиснути на Start і перейти до іншого вікна програми рис. 3.7.



The screenshot shows a window titled "Main Form" with a menu bar containing "New", "Open", and "Save". Below the menu bar are two input fields: "cost/m" with the value "10" and "cost/unit" with the value "10". There are two buttons: "Generate values" and "Start". To the right of the input fields is a table with two columns: "Coords X" and "Coords Y".

Coords X	Coords Y
6,3	6,8
7,9	5,5
6,5	2,5
7	3
3,3	2,1
7	5,7
2	6,4
3,4	8
8,2	6,2
3,4	7,1
4,4	4
3,9	8,1

Рисунок 3.5 – Вікно вхідних даних програми Main Form

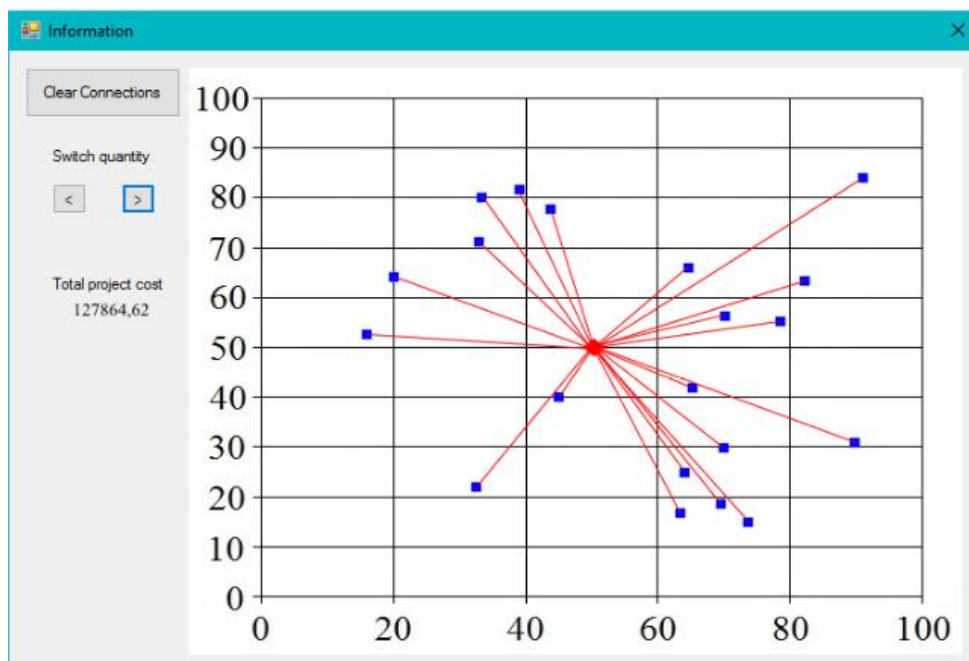


Рисунок 3.6 – Топологічна структура мережі без комутаторів

У відкритому вікні рис. 3.6 наведена принципова схема розташування датчиків, підключених безпосередньо до хост-комп'ютера. Ця схема дуже нестабільна, оскільки головний комп'ютер отримує багато необробленої інформації, що створює чергу для обробки даних на хост-комп'ютері. Основний комп'ютер схожий на червоний діамант, концентратори - як зелене коло, а датчики - як сині квадрати.

Оскільки нам не підходить така схема, ми натискаємо кнопку $>$, яка додає до ідеальної точки концентратор рис. 3.7, яка бере на себе зв'язок від найближчих датчиків і тим самим частково зменшує навантаження на обробку даних на хост-комп'ютері.

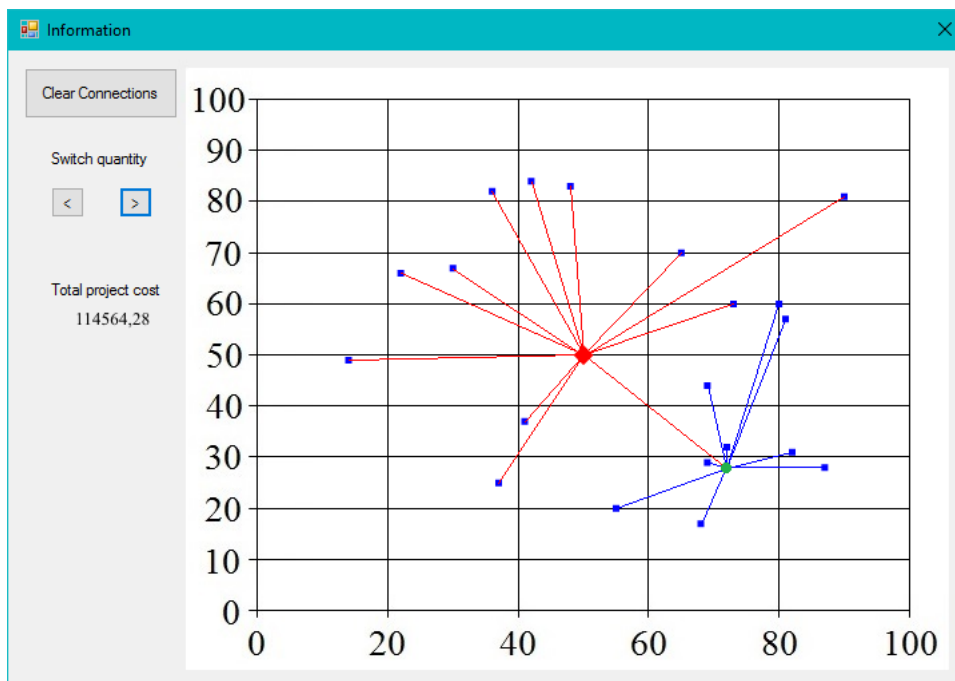


Рисунок 3.7 – Топологічна структура мережі з одним концентратором

Ми бачимо, що концентратор, доданий до схеми, зменшив вартість дротів. Але щоб знайти оптимальну мережу, яка буде дешевшою, ми знову натискаємо кнопку $>$. Як бачимо, половина навантаження з головного комп'ютера була передана на два концентратори рис. 3.8, але нас ця схема не влаштовує, тому ми додаємо ще один концентратор.

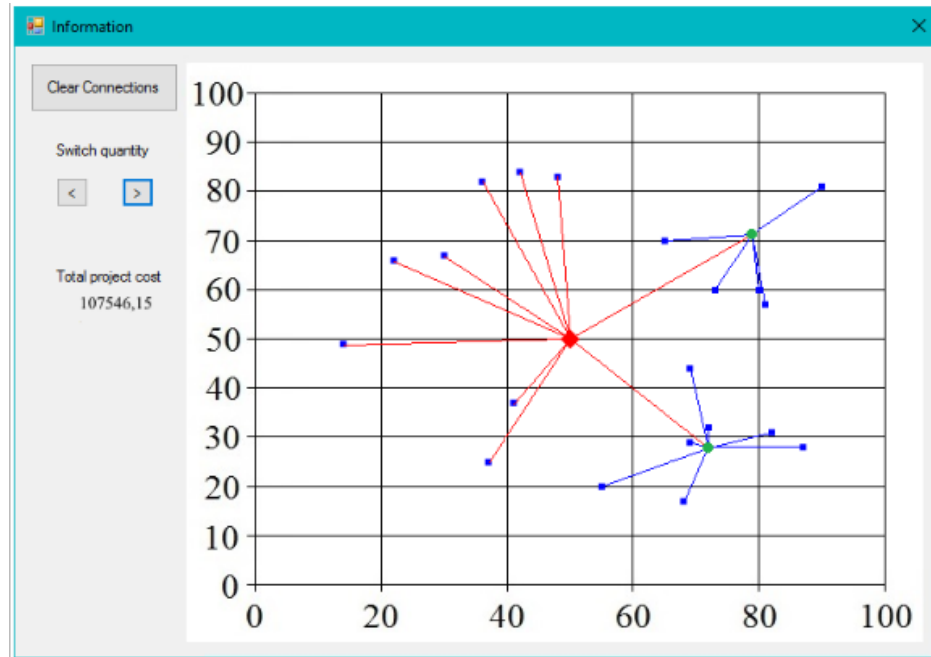


Рисунок 3.8 – Топологічна структура мережі з двома концентраторами

Більша частина навантаження передається через три концентратори, які передають вже оброблену інформацію на хост-комп'ютер рис. 3.9.

Після встановлення останнього перемикача навантаження було повністю видалено з хост-комп'ютера рис. 3.10.

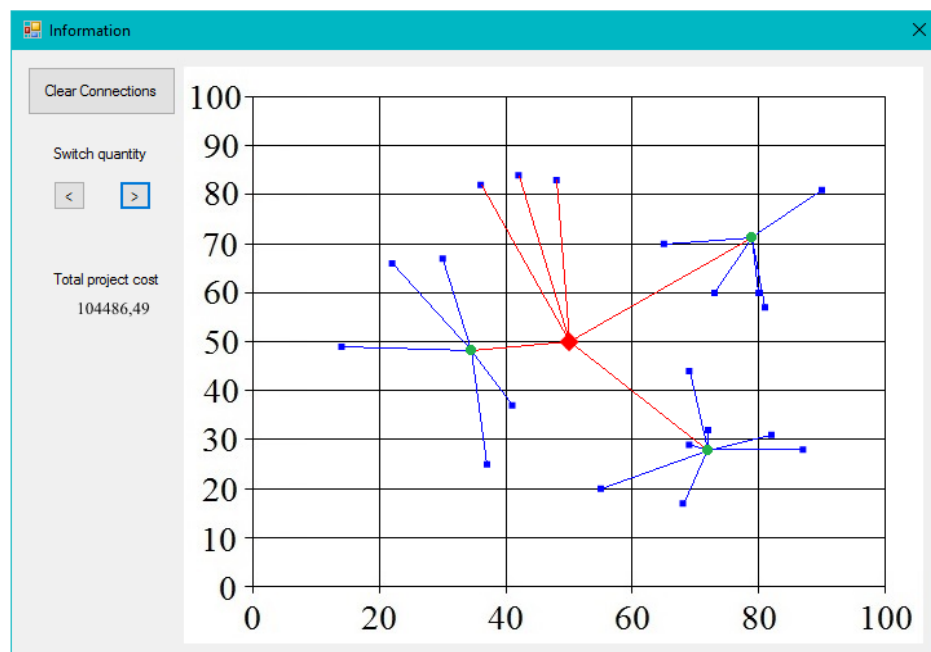


Рисунок 3.9 – Топологічна структура мережі з трьома концентраторами

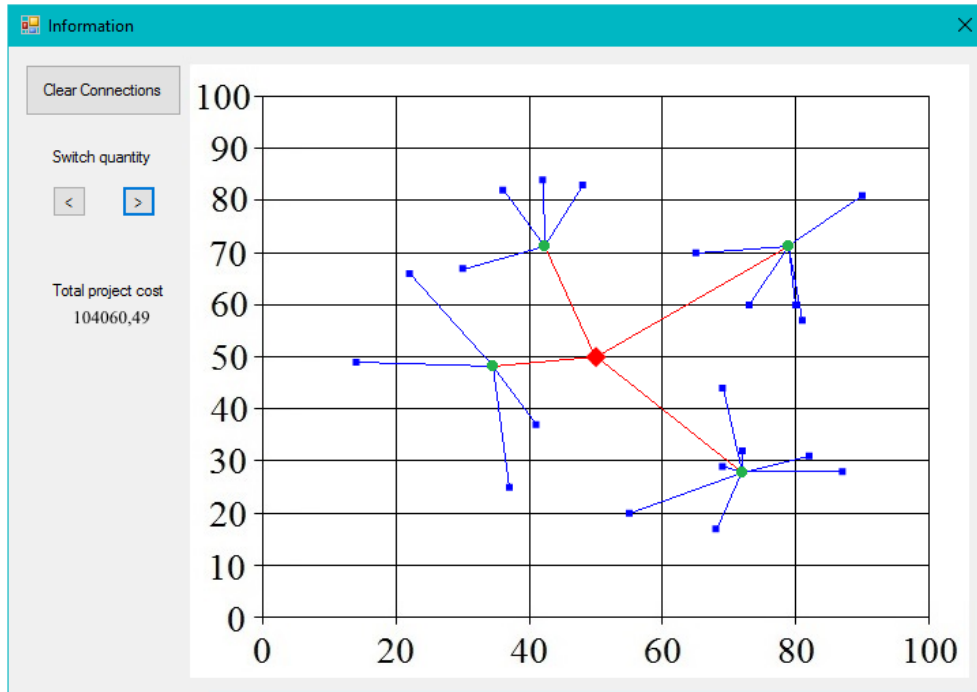


Рисунок 3.10 – Топологічна структура мережі з чотирма концентраторами

Таким чином для системи вибране оптимальне розташування концентраторів, що обумовлює найнижчі витрати. У подальшому більше концентраторів буде тільки зменшувати вигоду через витрати на спорядження рис. 3.11.

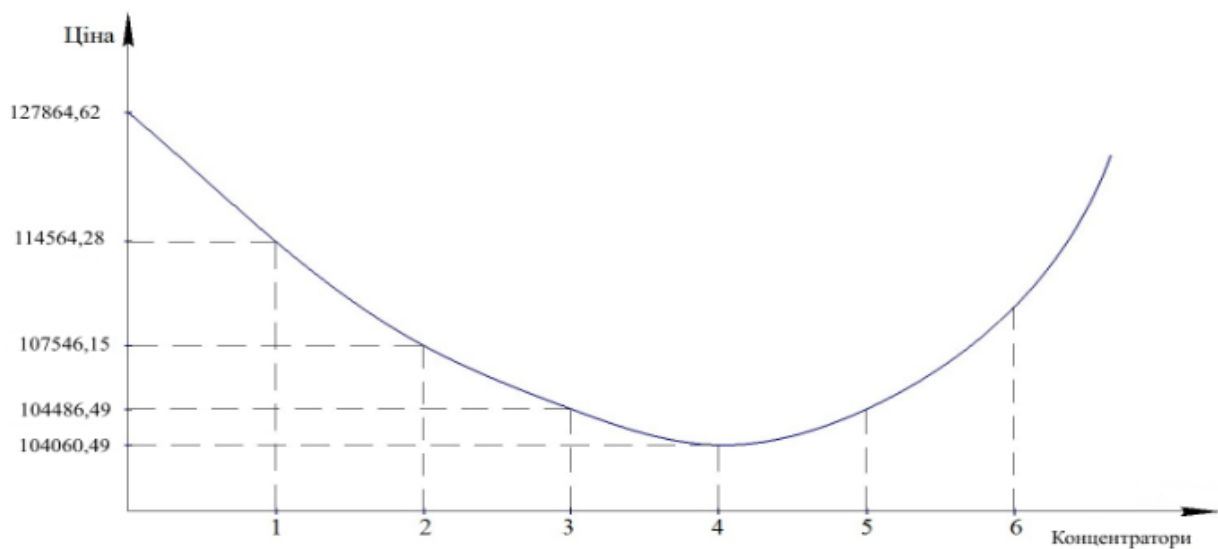


Рисунок 3.11 – Графік залежності витрат від кількості концентраторів у мережі

Таблиця 3.2 – Залежність витрат на комп'ютерну мережу від кількості концентраторів

Кількість концентраторів	Ціна, у.о
0	127864,62
1	114564,28
2	107546,15
3	104486,49
4	104060,49
5	104780,39

Є чотири концентратори в оптимальному компонуванні мережі: 2 концентратори, кожен з яких обробляє інформацію від 4 датчиків; Концентратор, який обробляє інформацію від 5 датчиків, і перемикач, який обробляє інформацію від 7 датчиків. При повному підключенні всіх датчиків безпосередньо до основного комп'ютера це дуже дорого з вартістю кабелю 300 у.о/ м, оскільки загальна вартість становить 127864,62 у.о. При підключенні 4-х концентраторів ціна різко знизилася, що дозволяє нам економити на кабелях, тоді як концентратор коштує 4599 у.о. Остаточна найкраща ціна, яка є для нас більш вигідною, становить 104060,49 у.о, оскільки в інших операціях додавання або переміщення концентратора вартість мережі буде вищою.

3.4 Реалізація програмного продукту на процесах підприємства

Регіональний ринок програмного продукту для цього функціонального призначення відрізняється величиною потужності та визначається обсягом програм, що продаються в його секторах (у натуральних одиницях). Результати розрахунку місткості ринку програмного продукту наведені в таблиці 3.3.

Денна заробітна плата виконавця (Z_{cd}) розраховується за формулою:

$$Z_{cd} = \frac{Z_{mic}}{n} = \frac{8500}{22} = 386,36 \text{ грн./день}, \quad (3.1)$$

де $Z_{\text{міс}}$ – місячна заробітна плата виконавця, грн.;

n – кількість робочих днів у місяці ($n=22$ дні).

Таблиця 3.3 – Розрахунок орієнтованої місткості ринку нового програмного продукту

Гілка використання	Об'єм продажу копій продукту
1. Технічні підприємства	7
2. Промислові підприємства	6
3. Хімічні підприємства	2
Разом	$M_p=15$

Таблиця 3.4 – Розрахунок трудомісткості розробки програмного продукту та заробітної плати виконавців

Вид роботи	Виконавець		Трудовитрати, люд-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн. (гр.3•гр.4•гр.5)
	посада	кількість			
1. Створення технічного завдання	Програміст	1	2	386,36	772,72
2. Підбір і вивчення літературних джерел	Програміст	1	2	386,36	772,72
3. Приблизне обґрунтування вибору методичного інструментарію	Програміст	1	1	386,36	386,36
4. Планове виконання процесу розв'язання задачі	Програміст	1	2	386,36	772,72

Продовження таблиці 3.4

Вид роботи	Виконавець		Трудовитрати, люд-днів	Середньоденна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн. (гр.3•гр.4•гр.5)
	посада	кількість			
5. Створення програми або використання стандартного прикладного програмного продукту	Програміст	1	2	386,36	772,72
6. Обчислення тестового прикладу	Програміст	1	11	386,36	4249,96
7. Підготовка інструкцій для користувача	Програміст	1	1	386,36	386,36
8. Технічне оформлення методичних матеріалів (вказівок, рекомендацій)	Програміст	1	1	386,36	386,36
Разом (ЗП)		1	22	–	8500

Таблиця 3.5 – Розрахунок одноразових витрат на розробку програмного продукту

Стаття витрат	Сума, грн.
1	2
1. Оплата труда (ЗП)	8500
2. Єдиний соціальний внесок (22% від ЗП)	1870
3. Матеріальні витрати	20
4. Повернення грошей підприємству (вартість машинного часу)	133,76
5. Утримання, за урахуванням:	
– керівницькі витрати;	400
– ціна за комунікацію;	300
6. Загалом	11223,76

Ціна машинного часу ($B_{мч}$) розраховується за формулою:

$$B_{мч} = t_{мч} \cdot O_{мч} = 0,76 \cdot 176 \approx 133,76 \text{ грн.}, \quad (3.2)$$

де $t_{мч}$ – вартість однієї години роботи на ПЕОМ, грн.;

$O_{мч}$ – загальний час праці на ПЕОМ, год.

Ціна оплати за комунікацію ($B_{зв}$), яка надається інтернет-провайдером рахується при погодинній оплаті:

$$B_{зв} = T_{зв} \cdot t_{зв} = 1,71 \cdot 176 \approx 300 \text{ грн.}, \quad (3.3)$$

де $T_{зв}$ – ціна (кошти на) однієї години;

$t_{зв}$ – число потрібних годин зв'язку.

Обчислення одноразових витрат на розробку одиниці програмного продукту (B) визначається за формулою:

$$B = \frac{B_{розр}}{M_p} = \frac{11223,76}{15} = 748,25 \text{ грн.}, \quad (3.4)$$

де $B_{розр}$ – сумарні одноразові витрати на розробку програмного продукту;

M_p – місткість територіального ринку програмного продукту.

Ці економічні розрахунки показують, що цей програмний продукт підходить для фабрик і компаній, які широко поширюються у технологічному виробництві, вимагають меншої кількості працівників, а з меншими періодами розробки та витратами отримують великий прибуток від продукту. Очікується, що на цей програмний продукт буде мати високий попит через економічні властивості.

Таблиця 3.6 – Обчислення ціни на поширювання та відпускної вартості однієї копії програмного продукту

№ п/п	Стаття витрат	Значення, грн.
1	Величина виплати з нарахуваннями	10
2	Ціна на поширювання однієї копії програмного продукту	15
3	Ціна на адаптацію програмного продукту до вимог споживача (%) (за необхідністю)	2
4	Затрати на поширювання однієї копії програмного продукту (п. 1+п. 2+ п. 3)	27
5	Витрати на розробку одиниці програмного продукту (п. 5 табл. 4.3)	11223,76
6	Собівартість однієї копії (п. 4+п. 5)	11250,76
7	Очікуваний прибуток(40 % від п. 6)	4500,31
8	Розмір податку доданого на вартість (20 %)	3150,22
9	Вартість продажу однієї копії програмного продукту (п. 6+п. 7+п. 8)	18901,29

3.5 Висновки до 3 розділу

У ході вибору мови програмування були визначені найпоширеніші мови програмування, серед яких: С#, на яку в свою чергу мала великий вплив мова С++. Саме тому обрана мова С# для створення програмного засобу вирішення проблеми оптимізації топологічних структур комп'ютерних мереж технологічних систем. Використання даної мови програмування додає ряд переваг розробнику з використанням програмних середовищ таких як Visual Studio.

Розроблений програмний засіб вирішено розробити у вигляді десктопного додатку, з огляду на сучасні тенденції розробки програмних засобів. Даний програмний засіб виконує наступні функції:

- введення координат на площину натисканням на форму у відповідних містах;
- введення координат числами у спеціальну форму;
- введення кількості концентраторів для автоматичної побудови топології мережі;

- введення кількості кластерів для розрахунку оптимальної топології мережі за методом оптимізації координат;
 - розрахунок часу, витраченого на пошук оптимального варіанту топології мережі;
 - вибір та зміна обладнання для розрахунку вартості спроектованої топології мережі;
 - розрахунок вартості мережі;
 - розрахунок вартості на процесах підприємства;
- виведення інформації щодо структури та топології мережі.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці на робочому місці

Розмір навчальної лабораторії, яка буде зварювати плати 10 м x 4 м x 8 м. Робоче місце - стіл, обладнаний паяльником. У лабораторії працює 12 осіб. Площа кімнати 80 м², об'єм – 320 м³. Одному робочому місцю виділяється 6,7 м² і 26,67 м³, що є нормою.

Роль машини виконує електрообладнання, що використовується в радіо-установці, навколишнє середовище - кімната навчальної лабораторії. Предмет роботи - дизайн компонування плати управління. Всі частини Л-М-С впливають одне на інше, а деякі зв'язки можуть бути небезпечними та шкідливими. Існує три типи зв'язків між елементами системи: інформаційні зв'язки; менеджери для досягнення існуючих цілей; побічні ефекти, що виникають поза контекстом функціонування людини та техніки.

Частина людина можна умовно поділити на:

- Л1 – Людина, яка виконує направленні справи;
- Л2 – Людина, практично взаємодіє з навколишнім середовищем внаслідок споживання кисню, а також тепла та вологи яке виділяє;
- Л3 – Людина, якщо дивитись з боку біологічного стану(нездужання, психічне перенапруження).

Частина машина теж умовно ділимо на:

- М1 – виконує основну технологічну функцію (процес пайки електро- та радіоелементів на друкованій платі);
- М2 – елемент, який бере на себе роль запобіжника аварії (варисторний фільтр, ізолювання приладів, електричний запобіжник);
- М3 – експлуатація машини як джерела шкідливого впливу на людину та навколишнє середовище (терморегуляція, рівень шуму).

Загальна схема системи Людина – машина – середовище для 12-ти людей зображено на рис. 4.1.

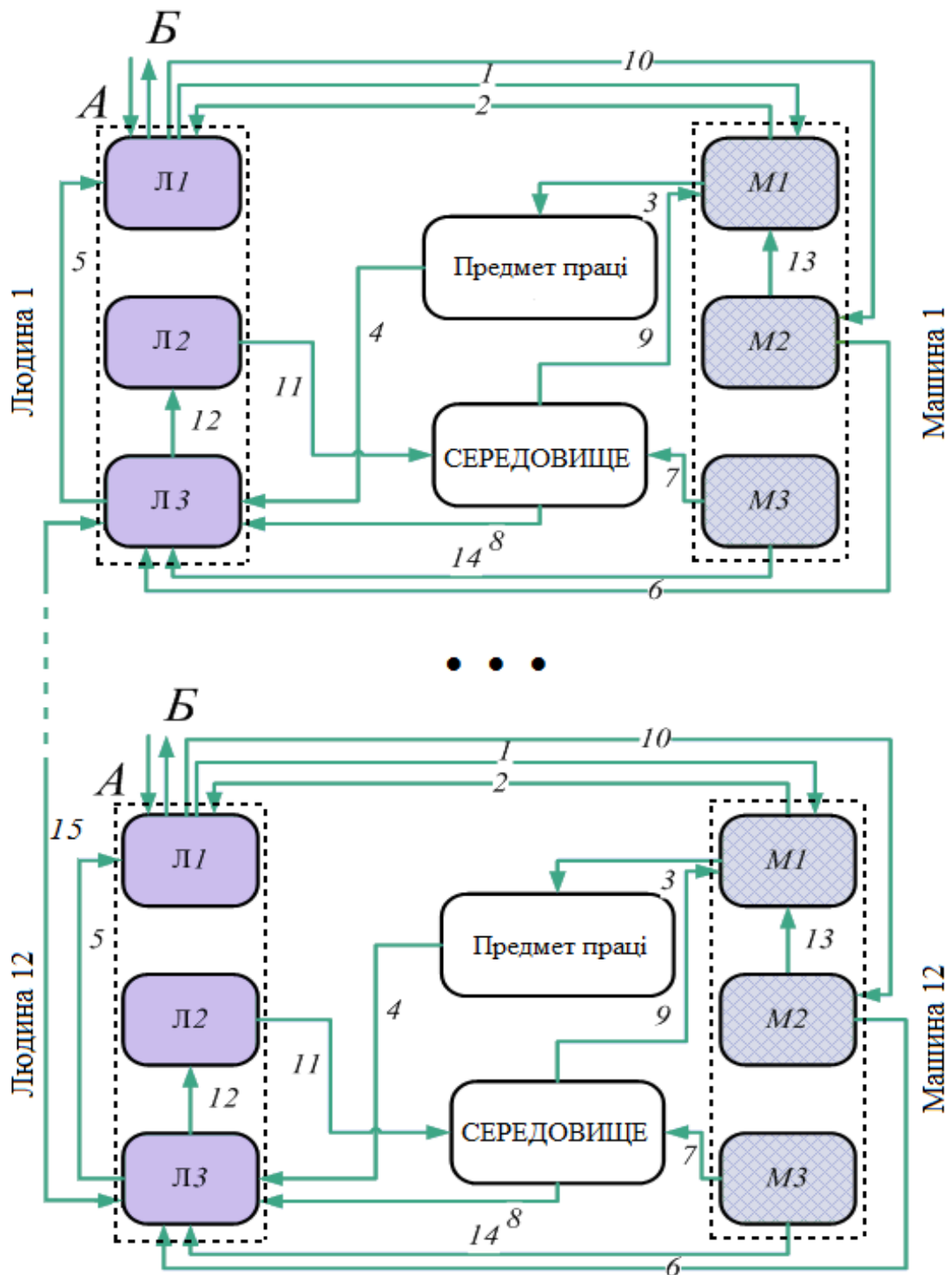


Рисунок 4.1 – Загальна схема системи Л-М-С

За даними, в системі Л-М-С мають місце потенційно небезпечні та отруйні виробничі моменти ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ:

- фізичні (змінний рівень шуму на робочому місці, висока напруга в електро-ланцюгу, брак освітлення робочої зони, висока температура робочої зони);
- психічні та фізіологічні (емоційні розлади, тиск на очі);
- шкідливі хімічні реакції, що виконуються під час спаювання елементів на ДП (плюмбум).

Відомо, що небезпечні хімічні сполуки є домінуючим шкідливим фактором у навчальній лабораторії (випаровування свинця у процесі пайки).

4.2 Промислова безпека в приміщенні

Паяльники живляться від мережі змінного струму (трифазної, чотирипровідної, із заземленою нейтраллю) напругою 220 В і частотою струму 50 Гц.

Керуючись НПАОП 40.1-1.21-98 приміщення можна віднести до категорії невисокого ризику ураження електричним струмом, тому що в приміщенні відсутні чинники, що викликають підвищену або особливу небезпеку, а саме: вологість не перевищує 75 %, температура повітря не перевищує 35 °С, підлога виконана з непровідного матеріалу, відсутня можливість одночасного контакту з заземленими металевими конструкціями будівлі та металевими поверхнями електроприладів, відсутні хімічно активні речовини та струмопровідний пил.

Щоб уникнути ризику ураження електричним струмом, проект передбачає використання таких технічних засобів захисту:

- в умовах підвищеного ризику пошкодження від первинної розподільчої мережі та мережі заземлення для електропостачання окремих споживачів або груп використовуються розподільні трансформатори, їх використання дозволяє зменшити ізоляційну провідність заповідної зони щодо землі. До розподільних трансформаторів пред'являються підвищені вимоги щодо рівня ізоляції та надійності конструкції, що визначається умовами електробезпеки. Як правило,

вони не змінюють значення напруги, тобто їх виготовляють з коефіцієнтом перетворення, рівним одиниці;

– з метою зменшення ризику ураження електричним струмом в промислових умовах використовуються невеликі напруги - 12, 24, 36, 42 В. Такі напруги нормуються для роботи з підвищеною небезпекою (Держстандарт 12.1.013-78) для живлення наступних електричних приймачі: ручний електрифікований інструмент; переносні ручні світильники: місцеві стаціонарні світильники з лампами розжарювання. На особливо небезпечних робочих місцях слід використовувати напругу, що не перевищує 12 В включно. Джерелами низької напруги є батареї гальванічних елементів, акумулятори та трансформатори;

– електроізоляція є найбільш універсальним захисним пристроєм, що використовується в усіх електроустановках. Його рівень встановлюється на основі технологічних і енергетичних параметрів установки. Опір ізоляції мережевих проводів повинен бути вище 500 кОм.

Стан ізоляції значною мірою визначає ступінь безпеки використання електроустановок за ДСТУ ІЕС 60085:2015:

– опори та килими в процесі експлуатації не піддаються електричним випробуванням, їх відхиляють при оглядах, які проводяться принаймні раз на 6 місяців. Якщо виявляються дефекти (проколи, розриви), їх міняють на нові. Стенди перевіряються раз на 3 роки. Ізоляційні прокладки випробовують раз на 2 роки.

Система заземлення TN як міра захисту в системах із заземленою нейтраллю. Система TN – система, в якій нейтраль джерела живлення (трансформатор, генератор) глухо заземлена (підключена до землі через заземлювач), а відкриті струмопровідні частини електроустановки підключені до глухо заземленої нейтралі джерела нульовими захисними провідниками. У системі TNS з автоматичними вимикачами несправність ізоляції небезпечна. Руйнування ізоляції, тобто коротке замикання фазного провідника на землю викликає збільшення струму короткого замикання до максимального значення, обмеженого автоматичними вимикачами в ланцюзі. Такого захисту в багатьох випадках достат-

ньо для захисту самого навантаження, але він не є повним, наприклад, якщо ізоляція зруйнована повністю і поточна фаза – земля недостатня для роботи автоматичного вимикача. Однак цього струму може бути достатньо для пожежі або небезпечного ураження електричним струмом, і вимикач не працюватиме (не забезпечить захисне вимкнення аварійної ділянки ланцюга).

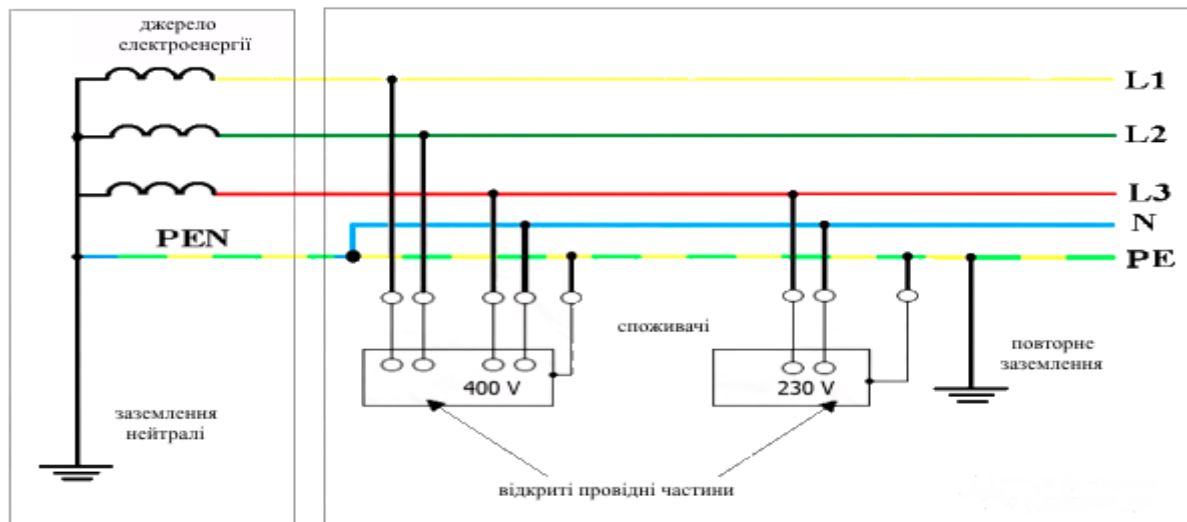


Рисунок 4.2 – Приклад ізоляції в системі TN-C-S

Система захисту представляє собою середній рівень безпеки, так як встановивши пристрої захисного вимкнення можна досягти значного ступеня безпеки, але при цьому залишається проблема поганого заземлення через використання комплексної шини PEN.

Існуючі сценарії порушення ізоляції в системі TN-C-S рис. 4.2:

- людина доторкнулась до фазного провідника і землі одночасно;
- при затопленні (пожежі та ін.) ізоляція дроту зруйнована і фаза замкнулася на корпус (землю);
- ізоляція старого дроту зруйнована і фаза замкнулася на корпус (землю).

Нейтральний захисний провідник служить для захисту людей у разі пробою ізоляції на корпусі електроустановки. У цьому випадку потенціал, який захищає людину, значно зменшується на корпусі електроустановки. Більше того, електроустановка, як правило, відключається від мережі через коротке зами-

кання, яке виникає внаслідок напруги на нулі заземлення та роботи комутаційних пристроїв (перегорають запобіжники, вимикачі тощо).

Здійснення інструктажів з охорони праці реалізується згідно з НПАОП 0.00-4.12-05:

– початкове ознайомлення – проводиться інженером з охорони праці з кожним працівником в незалежності від освіти та досвіду роботи. Цей інструктаж включає в себе ознайомлення з режимом роботи та відпочинку даного підприємства, а також правилами промислової і пожежної безпеки;

– першочерговий на робочому місці – проводиться на початку виробничої діяльності керівником структурного підрозділу. Включає ознайомлення з небезпечними та ризикованими факторами, які можуть з'явитись на робочому місці, із предметами індивідуального захисту, що використовуються на робочому місці, разом із безпечними практиками роботи;

– другий – проводиться один раз на 6 міс. з усіма робітниками за програмою першочергового інструктажу;

– позаплановий він проводиться при заміні та модернізації обладнання, при зміні технологічного процесу, при введенні нових стандартів і правил захисту працівників. Він включає ознайомлення з новим обладнанням та повторення правил промислової безпеки у разі нещасного випадку на виробництві;

– цільовий – проводиться при виконанні разової роботи, не пов'язаної з основною діяльністю, при ліквідації аварій, надзвичайних ситуацій та катастроф.

4.3 Промислова санітарія в навчальній лабораторії

Робота в приміщенні виконується сидячи і не вимагає регулярних фізичних зусиль. Роботу можна віднести до категорії легкої 1б (енерговитрати до 150 ккал / год). Для створення оптимальних умов праці встановлені такі норми мікроклімату, керуючись до ДСН 3.3.6.042-99, наведені 4.3.

Таблиця 4.1 – Оптимальні параметри мікроклімату

Час року	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	21-23	40-60	до 0,1
Теплий	22-24	40-60	до 0,2

На мікроклімат впливають такі джерела тепла: ЕОМ, люди, що знаходяться в приміщенні, штучне освітлення, сонячна радіація, тепло, яке передається через стіни. Аналізуючи нормативні та фактичні значення мікроклімату, можна сказати, що температура повітря перевищує допустимі значення. Забезпечення умов, в теплий період року здійснюється за допомогою витяжної вентиляції; в холодний і перехідний період – за допомогою вентиляції та опалення, передбачається також природна вентиляція.

Згідно таблиці 4.2 робимо розрахунок витяжної вентиляції в лабораторії. Температура повітря в лабораторії 27 °С, а по нормам повинна бути не більше 24 °С. Якщо ми знаємо, що кількість людей - 12 чоловік (6 чоловіків і 6 жінок), то в лабораторії міститься 12 паяльників потужністю 10 Вт. Потужність світлового устаткування $n = 300$ вольт. Максимальне тепло від сонячного випромінювання, що надходить з вікна $Q_{рад}=150$ Вт.

Перш за все потрібно визначити загальну тепловіддачу в приміщенні

$$Q_{общ} = Q_{об} + Q_{л} + Q_{ос} + Q_{рад}, Вт ,$$

де $Q_{об}$ – тепло, виділене з пристрою;

$Q_{л}$ – тепло, виділене працівниками;

$Q_{ос}$ – тепло, виділення освітленням;

$Q_{рад}$ – тепло, від радіації сонця;

$Q_{об} = n \cdot P \cdot k_1 \cdot k_2$, число комп'ютерів;

$P = 120 \text{ Вт}$ - загальна потужність встановлених пристроїв;

k_1 - коефіцієнт користування потужностями, $k_1 = 0,8$;

k_2 - коефіцієнт одночасності роботи пристроїв, $k_2 = 0,5$;

$$Q_{об} = 12 \cdot 120 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 576 \text{ Вт.}$$

Тепер виявимо тепло яке виділяється від працівників

$$Q_l = n_m \cdot q_m + n_{ж} \cdot q_{ж}$$

де n_m - число робочих чоловіків в кімнаті = 6;

q_m - величина тепла, що виділяється одним працівником.

Дізнатися кількість тепла, яке виділяється одним чоловіком при 20 °С при виконанні легкої фізичної роботи можна в додатку 10.

$q_{ж} = 85 \% \cdot q_m$ кількість тепла, що виділяється однією жінкою.

$q_m = 99 \text{ Вт.}$

Підставляємо числові значення в формулу і отримуємо:

$$Q_l = 6 \cdot 99 + (0,85 \cdot 99) = 1098,9 \text{ Вт.}$$

Знаходимо виділення тепла від приладів освітлення:

$$Q_{ос} = N = 300 \text{ Вт.}$$

Тепер підставляємо вираховані значення в основну формулу:

$$Q_{\text{изб}} = 576 + 1098,9 + 300 + 150 = 2124,9 \text{ Вт.}$$

Обов'язковий обмін повітря.

Обчислимо кількість подачі повітря як кількість людей, що працюють у лабораторії. Відповідно до ДБН 2.04.05-91 при об'ємі кімнати більше 20 м^3 для кожного працівника кількість повітря для вентиляції повинна бути не менше $G_1 = 20 \text{ м}^3/\text{год}$ для кожного працівника. Об'єм кімнати лабораторії 320 м^3 , тоді

$$V_1 = \frac{V}{n} = \frac{320}{12} = 26,67 \text{ м}^3 / \text{чол.}$$

Обов'язковий обмін повітря:

$$L_{\text{мп}} = \frac{3600 \cdot Q_{\text{общ}}}{c_p \cdot \rho (t_{\text{yd}} - t_{\text{нр}})}, \text{ м}^3 / \text{год},$$

де 3600 коефіцієнт для перекачки $\text{м}^3/\text{с}$ в $\text{м}^3/\text{час}$;

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

$c_p = 1000 \text{ Дж}/\text{кг}$ – питома теплоємність повітря;

t_{yd} – температура відливого повітря, $t_{\text{yd}} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{\text{нр}}$ – температура припливного повітря, $t_{\text{нр}} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$L_{\text{мп}} = \frac{3600 \cdot 2124,9}{1000 \cdot 1,2 \cdot (27 - 21)} = 1062,45 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Обчислимо кількість змін повітря за годину для кожної людини

$$K = \frac{L_{mp}}{V_1} = \frac{1062,45}{26,67} = 39,84 \approx 40.$$

Приміщення, в якому працює паяльник, повинно мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.25-28-2006 Природне і штучне освітлення. Природне світло має проникати через бокові світлові щілини, як правило, направлені на північ або північний схід і гарантувати коефіцієнт природного освітлення (КПО) не нижче 1,2 %.

При розміщенні робочих місць з паяльним устаткуванням рис. 4.3 дотримувалися таких вимог:

- робоче місце знаходиться на відстані 1 метр від стін зі світловими щілинами;
- відстань між боковими поверхнями робочих поверхонь – 1,8-2 м;
- відстань між тильною поверхнею одного робочого столу та лицевою поверхнею іншого робочого столу – 1,8 м;
- відстань між положенням робочих місць – 1 м.

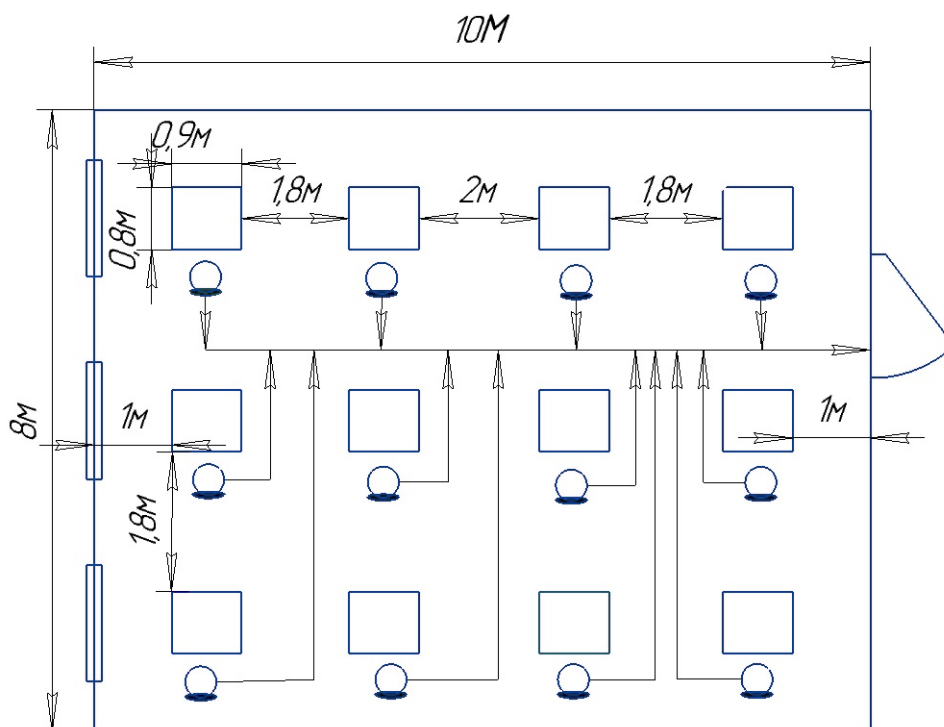


Рисунок 4.3 – Схема розміщення робочих місць і план евакуації при пожежі

У кімнаті, де проходить робота з паяльним устакуванням, шум знаходиться у межах допустимого 10 дБ. Регулювання шуму здійснюється згідно з ГОСТ 12.1.003-2014.

Приміщення повинно мати нормальну функцію витяжної вентиляції, кондиціонування та очищення викидів в атмосферу через наявність надлишку свинцевих хімічних речовин у повітрі під час зварювання. Шкідливі речовини стандартизовані відповідно до ГОСТ 12.1.007-76

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до українського Закону Про цивільну оборону, система цивільного захисту встановлена в цілях господарської діяльності. Наступні основні функції системи цивільного захисту покладені на речі господарської діяльності:

- повідомлення працівників про надзвичайну ситуацію або про погрозу;
- забезпечити працівників колективними та індивідуальними засобами захисту;
- планування та реалізація спеціальних заходів для забезпечення стійкої роботи в надзвичайних ситуаціях;
- створення, підготовка та підтримка у світлі постійної готовності застосувати спецназ цивільного захисту та оснащувати їх спеціальними засобами;
- ця підприємство не використовує небезпечні матеріали, матеріали та обладнання. Основна причина надзвичайної ситуації на підприємстві - пожежа.
- тож у цьому розділі будуть детально розглянуті питання запобігання пожежі.

Навчальна лабораторія має категорію пожежної та вибухонебезпечної (за НАПББ.03.002-2007). Будівля відноситься до 1-го ступеня вогнестійкості (за ДБН В.1.1-7:2016).

Пожежна безпека в лабораторії забезпечується відповідно до ДБН В.1.1-7:2016. Системою запобігання пожежі, протипожежного захисту і організаційно-технічними заходами.

Згідно ДБН В.2.5-56:2010 в приміщенні встановлено два комбінованих димових пожежних сповіщувачів, які контролюють площу приміщення в 80 м^2 . При висоті 4м та контрольованим об'ємом одного датчика до 70 м^2 .

Організаційні заходи:

- проводиться навчання персоналу з пожежної безпеки;
- розроблені заходи по діям керівництва на випадок виникнення пожежі.

4.5 Висновки 4 розділу

Визначено, що робота виконувалася у приміщенні лабораторії розмірами $10 \text{ м} \times 4 \text{ м} \times 8 \text{ м}$. Робоче місце - стіл, обладнаний паяльником. У лабораторії працює 12 осіб. Площа кімнати 80 м^2 , об'єм – 320 м^3 . Одному робочому місцю виділяється $6,7 \text{ м}^2$ і $26,67 \text{ м}^3$, що є нормою.

При розгляді схеми людина-машина-середовище визначені основні шкідливі фізичні виробничі фактори: підвищений рівень шуму на робочому місці від ПК; підвищена температура повітря робочої зони, джерелами якої є людина, ПК, джерела світла; відсутність або нестача природного світла; електромагнітні поля, джерелом яких є більшою мірою монітор ПК.

Психофізіологічні чинники, які негативно впливають на результати проведення експериментів: статичні перевантаження; розумове перенапруження; перенапруження зорових аналізаторів; монотонність праці. Та виявили, що хімічний небезпечний чинник – випаровування свинцю.

Визначено, що в даному приміщенні не використовуються небезпечні матеріали, речовини та обладнання, тому основною причиною виникнення надзвичайної ситуації є виникнення пожежі. Розглянуті питання пожежної профілактики.

ВИСНОВКИ

У атестаційній роботі отримано рішення проблеми розробки засобів вдосконалення топологічних структур комп'ютерних мереж для технологічних систем.

В ході роботи проводиться огляд та аналіз проблеми оптимізації обчислювальних мереж для технологічних систем, проводиться постановка та математична модель проблеми структурно-топологічного вдосконалення обчислювальної мережі, розглядаються методи вдосконалення обчислювальної мережі та розробляються алгоритми вирішення проблем. Для проблеми розроблена прикладна програма, про ефективність якої свідчить приклад вирішення контрольної задачі отримано оцінки точності результатів вдосконалення.

Аналіз особливостей комп'ютерних мереж з радіально-вузловими структурами дозволив визначити їх переваги для використання в технологічних системах. Для вдосконалення їх топологічних структур у Visual Studio 2017 було розроблено програмний інструмент.

Оптимізація комп'ютерних мереж фокусується на виборі оптимальної кількості та компонуванні концентраторів щодо датчиків технологічної системи. Практичне застосування розробки може скоротити час створення, поліпшити якість прийнятих рішень та зменшити затрати на реалізацію комп'ютерної мережі. Також розрахували, що розроблений в атестаційній роботі програмний продукт підходить для фабрик і компаній, в яких широко розповсюджене технологічне виробництво. Він розроблений із меншою кількістю співробітників, за короткий час та з меншими витратами, ніж аналоговий продукт. Очікується, що для цього програмного продукту буде високий попит через економічну вигоду. Це гарантує великий прибуток від продажу товару.

У розділі, присвяченому охороні праці, навчальну лабораторію розглядали як систему Людина - Машина - Середовище, проводили розрахунки освітлення та склали план евакуації.

Завдання на атестаційну роботу виконано у повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Невлюдов, І.Ш. Дипломне проєктування для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Текст] : Навч. посібник/ І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.В. Токарева, Г.В. Пономарьова. К.: НАУ, 2016. – 320с.
2. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки [Текст]. – На заміну ДСТУ 3008– 95 ; введ. 02.06.2015. – К.: Держстандарт України, 2016. – 26 с.
3. Черствий, С. М. Системи технологій. Курс лекцій для студентів базової вищої освіти з аграрного менеджменту [Текст] / С. М. Черствий. – Чернігів, 2003. – 352 с.
4. Папушин, Ю. Л. Основи автоматизації гірничого виробництва[Текст] / Ю. Л. Папушин, В. С. Білецький . – Донецьк : Східний видавничий дім, 2007. – 168 с.
5. Технічна енциклопедія TechTrend [Електронний ресурс] / Енциклопедія TechTrend. – Режим доступу : [www/ URL: http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=17008](http://www.techtrend.com.ua/index.php?newsid=17008) – 2012 г. – Загол. з екрану.
6. Конспект лекцій з дисципліни "Теорія автоматичного управління" для напряму підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Електронний ресурс] / ХНУРЕ ; розроб. О. В. Токарева. - Харків, 2015. — 32 с.
7. Олифер, В. Г. Компьютерные сети, [Текст] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 1999. – 253 с.
8. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 2013. – 944 с.
9. Корольов, М. Є. Дослідження операцій і методи оптимізації [Текст] : навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів / М. Є. Корольов. Відкритий міжнародний ун-т розвитку людини "Україна". - К. : Університет "Україна", 2007. – 177 с.

10. Чеботарева, Д. В. Многокритериальная оптимизация проектных решений при планировании сотовых сетей мобильной связи [Текст] / Д. В. Чеботарева, В. М. Безрук. – Харьков : Компания СМІТ, 2013. – 148 с.
11. Жуков, І. А. Комп'ютерні мережі та технології [Текст] : навчальний посібник / І. А. Жуков, В. О. Гуменюк, І. Є. Альтман. – К.: НАУ, 2004. – 276с.
12. Бескорвайный, В. В. Эвристическая процедура для методов оптимизации топологии систем с радиально-узловыми структурами [Текст] : В. В. Бескорвайный, Е. В. Соболева // Системи обробки інформації. – 2008. – №7(74). – С. 22 – 27.
13. Бескорвайный, В. В. Модификация метода направленного перебора для оптимизации топологии систем с радиально-узловыми структурами [Текст] : В. В. Бескорвайный, Е. В. Соболева // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – Х.: ХУ ПС, 2008. – Вип. 5 (72). – С. 25-30.
14. Петров, Э. Г. Территориально распределенные системы обслуживания [Текст] : Э. Г. Петров, В. П. Пискалова, В. В. Бескорвайный. – К.: Техника, 1992. – 208 с.
15. Петров, Э. Г. Алгоритм топологической оптимизации централизованных сетей передачи данных [Текст] : Э. Г. Петров, А. Б. Болотов, С. В. Шабанов // Механизация и автоматизация управления: – К.: Техника, 1993. – 158 с.
16. Невлюдов, І. Ш. Технічні засоби автоматизації [Текст] : Підручник / І. Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. – 366 с.
17. Невлюдов, І. Ш. Людино-машинний інтерфейс в технічних засобах автоматизації [Текст] : Навчальний посібник / І. Ш. Невлюдов, О. І. Филипенко, Б. О. Шостак. – Харків : «ХТМТ», 2019. – 244 с.
18. Дзюндзюк, Б. В. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» у дипломних проектах (роботах) ОКР «магістр» усіх форм навчання факультетів РТ, ЕТ, ТКВТ, АКТ [Текст] : Б. В. Дзюндзюк, Є. М. Анпілогов, Т. Є. Стищенко – Харків: ХНУРЕ, 2011. – 12 с.

19. Резнік, Н. П. Планування діяльності підприємств [Текст] : навч. посіб. / Н. П. Резнік, О. О. Непочатенко, Л. В. Транченко, О. М. Транченко, Р. І. Лопатюк; Київ. міжнар. ун-т. – Вид. 2-ге, доповн. і переробл. – Київ : КиМУ, 2014. – 448 с.
20. Логвінова, О.П. Обґрунтування господарських рішень і оцінювання ризиків [Текст] : навч. посіб. / О. П. Логвінова, І. М. Семененко ; Східноукр. нац. ун-т ім. Володимира Даля. – Харків : Лідер, 2015. – 368 с.
21. Бабина, О.Є. Методичний підхід до ціноутворення на програмні продукти [Текст] : О.Є. Бабина, А.С. Сітало // Проблеми системного підходу в економіці. – 2009. – № 30. – С. 98 – 104.
22. Методика визначення економічної ефективності витрат на наукові дослідження і розробки та їх впровадження у виробництво [Електронний ресурс]. Затверджено Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції та Міністерства фінансів України від 25 вересня 2001 р. № 218/446. – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ME01230.html
23. Шарко, М. В. Економіка підприємства [Текст] : навч. посіб. для студ. ВНЗ. Ч. 1 / М. В. Шарко, Н. В. Мешкова-Кравченко, О. М. Радкевич; Херсон. нац. техн. ун-т. – Херсон, 2014. – 434 с.
24. Никифорак, В.А. Організація виробництва [Текст] : навч. посіб. / В. А. Никифорак, З. І. Кобеля, Л. В. Вербівська; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, Буковин. держ. фін. акад. – Чернівці, 2010. – 407 с.
25. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст]. – К.: Держстандарт України, 1999 № 42, – 22с.
26. ДСТУ ІЕС 60085:2015. Ізоляція електрична. Оцінювання нагрівостійкості та літерні позначки [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2016. – 21с.
27. Невлюдов, І. Ш. Основи наукових досліджень [Текст] : Навч. посібник / І.Ш. Невлюдов, Ю.М. Олександров, А.О. Андрусевич, О.О. Чала. – Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2019. – 396 с.
28. Березін, О.В. Управління проектами [Текст] : навч. посіб. / О. В. Березін, М. Г. Безпарточний. – Суми : Університетська книга, 2014. – 271 с.

29. Волков, В. П. Аналіз і оцінка ефективності реалізації складних проектів [Текст] : монографія / В. П. Волков, І. Д. Павлов, Ф. І. Павлов ; Держ. вищ. навч. закл. "Запоріж. нац. ун-т" М-ва освіти і науки, молоді та спорту України. – Запоріжжя : [б. в.], 2012. – 315 с.

30. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація [Текст]. – М.: Держстандарт СРСР, 1994, – 21с.

31. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2006 № 168 П, – 21с.

32. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [Текст]. – К.: Держстандарт України, 1998 № 4. – 25с.

33. НПАОП 0.00–4.12.05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2005 № 15, – 22с.

34. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки [Текст]. – М.: Держстандарт СРСР, 1976 № 579, – 27с.

35. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартів безпеки праці (ССБТ). Шум. Загальні вимоги безпеки [Текст]. – М.: Держстандарт Російської Федерації, 2014 №46, – 24с.

36. ДБН В.2.5-56:2010. Системи протипожежного захисту [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2010, – 20с.

37. НАПББ01.008-2004. Правила експлуатації вогнегасників [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2004, – 23с.

38. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2016, – 22с.