



Міністерство освіти і науки України  
Центральноукраїнський національний технічний університет  
Факультет Механіко-технологічний  
Кафедра Кібербезпеки та програмного забезпечення  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
д.т.н., проф.  
О.А.Смірнов  
« 11 » січня 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

*Дернініну Вадиму Вікторовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet*
- керівник роботи *Якименко Наталія Миколаївна, канд. фіз.-мат. наук, доцент*  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом вищого навчального закладу № 204-02 від 28.12.2020 року
2. Строк подання студентом роботи до захисту *22.05.2021 р.*
3. Мета та завдання кваліфікаційної бакалаврської роботи: *Метою розробки є програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet*
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
- 1. Призначення та область використання.*
  - 2. Перегляд аналогічних існуючих систем.*
  - 3. Опис і обґрунтування проектних рішень.*
  - 4. Етапи програмування системи.*
  - 5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.*
  - 6. Висновки*
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
- |  |                 |
|--|-----------------|
| <i>Структурна схема системи</i>            | <i>1 аркуш</i>  |
| <i>Функціональна схема системи</i>         | <i>1 аркуш</i>  |
| <i>Діаграма процесів</i>                   | <i>1 аркуш</i>  |
| <i>Блок-схема алгоритму роботи додатку</i> | <i>2 аркуша</i> |

6. Дата видачі завдання « 11 » січня 2021 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2021 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2021 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2021 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2021 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв'язку та відображення	30.03.2021 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2021 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2021 р.	
8.	Попередній захист роботи	14.05.2021 р.	

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

( прізвище та ініціали )

## АНОТАЦІЯ

**Дернінін В.В. Програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2021.**

В даній кваліфікаційній бакалаврській розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

Метою розробки є програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

Результат роботи – програмна реалізація системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ архітектури IBM PC з ОС Windows XP/Vista/7/8/10.

Програму розроблено в середовищі Embarcadero Delphi.

**Ключові слова:** комп'ютерна інженерія, планування мережі, 400 Gigabit Ethernet

## ABSTRACT

**Derninin V.V. Network planning system software using the 400 Gigabit Ethernet standard. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2021**

This bachelor's degree software has been developed for a network planning system using the 400 Gigabit Ethernet standard.

The purpose of the development is the software of the network planning system using the 400 Gigabit Ethernet standard.

The result is a software implementation of a network planning system using the 400 Gigabit Ethernet standard.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

Developed user-friendly interface. Instructions for working with software are given.

The program can be used on an IBM PC with Windows XP / Vista / 7/8/10.

The program was developed in the Embarcadero Delphi environment.

**Keywords:** computer engineering, network planning, 400 Gigabit Ethernet

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ .....	2
ВСТУП.....	3
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ.....	5
1.1 Призначення системи.....	5
1.2 Область застосування.....	5
2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ .....	7
2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур та програмних рішень за профілем теми кваліфікаційної бакалаврської роботи.....	7
2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування.....	10
2.3 Розгорнута постановка завдання .....	15
3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ .....	17
3.1 Опис функціонування системи.....	17
3.2 Розробка структурної схеми .....	23
3.3 Розробка функціональної схеми.....	41
3.4 Розробка діаграми процесів.....	47
4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ...	49
4.1 Розробка блок-схем та опис алгоритмів функціонування системи .....	49
4.2 Захист розробленого програмного забезпечення .....	64
5 ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ.....	66
6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	70

**КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ**

Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Дернінін В.В.			Програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet	Лім.	Аркуш	Аркушіє
Перев.		Якименко Н.М.				Б	1	76
Н.контр.		Гермак В.С.			ЦНТУ КІ-18-3СК			
Затв.		Смірнов О.А.						

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

БНМ	–	балансування навантаження мережі, Network Load Balancing
ЕЦП	–	електронний цифровий підпис
ІВК	–	інфраструктура відкритих ключів
ІТ	–	інформаційні технології
ЛОМ	–	локальна обчислювальна мережа
ПЗ	–	програмне забезпечення
СКУД	–	система контролю та управління доступом
СКЗІ	–	система комплексного захисту інформації
УК	–	управляючі компоненти
УЦ	–	управляючий центр
IGMP	–	Internet Group Management Protocol
NLB	–	Network Load Balancing, балансування мережного навантаження
PKI	–	Public Key Infrastructure
VPN	–	віртуальна приватна мережа

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Створення власної мережі підприємства – одне з головних завдань системного адміністратора, і немає для нього більш основної задачі, чому її планування. Маршрутизація, налаштування устаткування, створення VLAN теж важливі, але якщо помилитися із плануванням, то проблеми стануть виявлятися на кожному наступному етапі.

Отже, припустимо, що доручено створити мережу для підприємства, якому потрібно її прокладка "з нуля", а ніякого обмеження по бюджету немає.

Перше, на що варто звернути увагу при плануванні мережі – вибір моделі мережі, плоскої або ієрархічної. Друга має багато переваг перед першою:

- Організація мережі спрощується.
- Мережа розділяється на модулі, які можуть розвиватися відокремлено.
- Будь-яка виникаюча проблема перебуває й ізолюється простіше.
- Дублювання з'єднань і пристроїв підвищує відказостійкість.
- Забезпечення працездатності розподіляється по різних пристроях.

Це досить розповсюджена модель, у рамках якій ми всю мережу розділяємо на:

- рівень ядра;
- рівень поширення;
- рівень доступу.

Перший звичайно містить у собі високопродуктивні пристрої, його роль – забезпечувати швидкісний транспорт.

Другий забезпечує безпеку, агрегацію й маршрутизацію, а також визначає широкомовні домени.

Нарешті, рівень Доступу підключає до всієї системи кінцеві пристрої й харчує всі пристрої, заживлені на PoE, маркірує трафік, захищає від кілець у мережі й широкомовних штормів.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

– Дослідження системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

– Програмна реалізація системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

**Практична цінність отриманих результатів** полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній кваліфікаційній бакалаврській роботі.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4



Для списку VLAN потрібно пам'ятати, що перший номер для нього не використовується, 2 і 3 найкраще залишити під керування пристроями й для серверної ферми, від 4 номера до 100 краще залишити резерв, а Бухгалтерії, Фінансовому відділу, Виробництву й Іншим користувачам залишимо номери 101, 102, 103 і 104. Виділивши кожну групу в окремий VLAN, ми обмежимо ширококомвні домени.

Виділення підмереж в IP-плані може бути довільним і відповідати тільки вузлам локальної мережі (необхідно тільки враховувати можливий ріст).

Уже разом із цими документами потрібно буде скласти план підключення устаткування по портах. Відповідно до потреб і бюджетом ви можете підібрати відповідне устаткування.

### **Готові плани**

На вигляді вже всього описаного вище складаються ще й окремі схеми – мережі L1 (фізичні пристрої мережі з номерами портів, важливо вказати, що куди підключене), L2 (указуємо наші VLAN'и) і L3 (з одним маршрутизатором вона не дуже-те наочна, але чим більше буде пристроїв, тем вона буде важливіше).

Нагадаємо, що найважливіше в цих схемах – це ваша зручність, складіть їх так, щоб самі розуміли, як улаштована ваша мережа. Помніть: чим більше в схемах буде надлишкової інформації, тем суужніше буде тримати їх актуальними й обновляти, але з іншого боку, розуміти такі схеми буде простіше.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній кваліфікаційній бакалаврській роботі.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## 2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

### 2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми кваліфікаційної бакалаврської роботи

#### CADE (безкоштовна)

Векторний 2D-редактор CADE для Windows розроблений компанією, що спеціалізується на роботі із САПР. Програма дозволяє з легкістю скласти докладну схему мережі. Одна із самих корисних, на мій погляд, функцій – можливість підписати IP-адресу, серійний номер і назву фірми-виробника для кожного пристрою в мережі. CADE включає всі необхідні для складання схеми шаблони й поширюється абсолютно безкоштовно.

#### Concept Draw Pro

Concept Draw Pro – один з найбільш потужних бізнес-інструментів для складання діаграм, причому не тільки мережних. На освоєння програми потрібен мінімум часу – усі операції здійснюються простим перетаскуванням. До складу Concept Draw Pro входить повний набір мережних символів, а всі аспекти діаграми можна персоналізувати. Вартість застосунку – 249 доларів.

#### Dia (безкоштовна)

Dia – відкрите ПЗ для складання діаграм, головним недоліком якого є застарілий інтерфейс і примітивний набір символів. Зате програму дуже легко використовувати, не відволікаючись ні на які сторонні завдання. Dia поширюється безкоштовно й працює практично у всіх настільних дистрибутивах Linux.

#### Diagram Designer (безкоштовна)

Diagram Designer – ще одна безкоштовна утиліта із застарілим інтерфейсом, зате дуже проста в обігу, завдяки чому напевно прийде по смакові багатьом користувачам. На відміну від Dia, програма пропонує куди більш

					КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

широкий вибір символів і значків. Єдине, що мені не сподобалося в Diagram Designer, – це необхідність малювати з'єднання між комп'ютерами вручну, тому що для цього в програмі використовується довільна форма. За винятком цього невеликого недоліку, DD – цілком гідне рішення.

### **eDraw Max**

eDraw Max – один із кращих інструментів у цьому списку, за винятком, зрозуміло, Visio. Програма проста в освоєнні, має зручний, і притім найбільш сучасним користувацьким інтерфейсом із усіх перерахованих варіантів. eDraw Max являє собою по-всю функціональний засіб для складання бізнес-діаграм будь-якого призначення, а не тільки мережних схем. Вартість рішення становить 99,95 доларів за одну ліцензію, причому чим більше ліцензій, тем дешевше коштує кожна з них.

### **Govisual Diagram Editor (безкоштовна)**

Бувають надзвичайно невдалі програми, і Govisual Diagram Editor – одна з них. Це складний в обігу інструмент, що забезпечує далеко не задовільні результати. Хоча з його допомогою все-таки можна скласти схему мережі, вона буде не дуже зручна для читання, оскільки в Govisual Diagram Editor відсутні деякі корисні функції – зокрема, значки мережних пристроїв. Але якщо комусь потрібна безкоштовна програма для складання діаграм будь-якого призначення, Govisual – саме підходящий варіант, тому що поширюється даром.

### **LanFlow**

LanFlow я б включив у число кращих. Програма має чудовий інтерфейс, пропонує багатий вибір мережних об'єктів і дозволяє з легкістю створювати схеми локальної, телекомунікаційної, зовнішньої мережі, а також діаграми комп'ютерів. В LanFlow навіть передбачено два різні шаблони мережних діаграм: 3D-Схема й чорно-біла. Щоб створити схему, досить вибрати шаблон і перетягнути на нього підходящі об'єкти, які можна групувати, видаляти і так далі. Однокористувацька ліцензія на програму коштує 89 доларів, так що LanFlow по праву може називатися однією із кращих бюджетних альтернатив Visio.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

## NetProbe

Хоча NetProbe можна використовувати й для складання схем, основне призначення програми – це моніторинг мережних пристроїв у режимі реального часу. Але головна гідність NetProbe як засобу для побудови діаграм полягає в тому, що мережні пристрої можна додавати на схему в міру необхідності, причому навіть заздалегідь. Робити це вручну не обов'язково – вбудований компонент NetProbe автоматично сканує мережа й становить список усіх доступних у мережі пристроїв. Версія Standard безкоштовна, але може відслідковувати всього вісім хостів. Версія Pro коштує всього 40 доларів і розрахована на 20 хостів, а версія Enterprise, що дозволяє вести моніторинг 400 хостів, пропонується за ціною 295 доларів.

## Network Notepad (безкоштовна)

Network Notepad (буквально «мережний блокнот») являє собою саме те, що випливає з назви – блокнот для складання мережних діаграм. Але незважаючи на гадану простоту, програма має багаті можливості, включаючи інтерактивні функції (Telnet, перегляд мережі, пінгування і т.д.). Network Notepad має простий інтерфейс із підтримкою перетаскування й уміє автоматично виявляти пристрої Cisco. Поширюється програма безкоштовно.

## Microsoft Visio

Visio – це, звичайно, фактичний стандарт на ринку застосунків для складання діаграм в Windows. Програма дозволяє з легкістю створювати гарні схеми мережі й забезпечувати до них загальний доступ через веб-браузер. Visio включає багатий набір шаблонів, у тому числі для центрів обробки даних, служб допомоги, мережних стійок; для консолідації офісу, планування мережі в масштабах підприємства, ЦОД або домашнього офісу; для складання дерева несправностей, плану опалення, вентиляції, кондиціонування й т.п. Visio – кращий рішення для складання мережних схем, а тому й коштує воно недешево: 249,99 доларів за версію Standard, 559,99 за Professional і 999,99 за Premium 2010. Докладніше про можливості версій можна прочитати на офіційній сторінці Visio.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Embarcadero Delphi, раніше Borland Delphi і Codegear Delphi, – інтегроване середовище розробки ПЗ для Microsoft Windows, Mac OS, iOS і Android мовою Delphi (що раніше носила назву Object Pascal), створена спочатку фірмою Borland і на даний момент приналежна й розроблювальна Embarcadero Technologies. Embarcadero Delphi є частиною пакета Embarcadero RAD Studio і поставляється в чотирьох редакціях: Community (поширюється безкоштовно й має обмежену ліцензію на використання в комерційних цілях), Professional, Enterprise і Architect.

### Delphi 10.4 Sydney

Випущено 26 травня 2020 року. RAD Studio Delphi 10.4 забезпечує значно поліпшену високопродуктивну нативну підтримку Windows, кращу продуктивність розробки, миттєві підказки code completion, прискорення виконання коду із синтаксисом керованих записів, поліпшення виконання паралельних завдань на сучасних багатоядерних CPU, а також містить більш 1000 виправлень багів, поліпшення продуктивності середовища й бібліотек і багато чого крім того.

#### Основні можливості Delphi 10.4.1:

– Істотні розширення для Windows: поліпшення для застосунків на моніторах 4K High DPI, інтеграція з новим WebView2 на базі Chromium, використання розширених title bars, таких же, як в Office, Explorer, Google Chrome.

– Керування пам'яттю в Delphi тепер стандартизоване на всіх підтримуваних платформах – мобільних, настільних і серверних – використовувачи класичну реалізацію керування пам'яттю об'єктів.

– Істотне поліпшення Delphi Code Insight (без можливого блокування IDE – в окремому процесі), що допоможе при роботі з великими проектами.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



– Зросла продуктивність розробки. Ріст продуктивності за рахунок миттєвої реакції підказок code completion у середовищі IDE. Краща сумісність із уже наявною кодовою базою, і спрощення програмування за рахунок уніфікованої архітектури керування пам'яттю. Швидке зв'язування даних і візуальних елементів за допомогою розширеної технології Visual LiveBindings з підвищеною швидкодією. Просте використання розповсюджених бібліотек C++, наприклад, ZeroMQ, SDL2, SOCI, libSIMDpp і Nematode. Оновлена підтримка Amazon AWS cloud.

– Поліпшення швидкодії і якості. Більш 1000 поліпшень швидкодії і якості. Краща ефективність коду за допомогою нового синтаксису custom managed records. Більш швидке виконання паралельних завдань на сучасних багатоядерних CPU. Переконаєтеся в прискоренні відображення на екрані з підтримкою Metal API на macOS і iOS. Краща сумісність із уже наявною кодовою базою й спрощення програмування за рахунок уніфікованої архітектури керування пам'яттю.

### **Істотне поліпшення Delphi Code Insight**

Як найбільше й головне поліпшення інструментів програмування Delphi за багато років, в 10.4 Delphi Code Insight реалізований через Language Server Protocol (LSP). LSP – це технологія генерації результатів для code completion, навігації й інших сервісів в окремому процесі. Це значить, що code completion і Code Insight одержать більш точні результати без блокування IDE. 10.4 забезпечує набагато більш високу продуктивність розроблювачів, які працюють із більшими проектами, що містять мільйони рядків коду.

### **Delphi Custom Managed Records**

Ключове розширення мови Delphi: тип даних Delphi «record» тепер підтримуть довільні ініціалізацію, фіналізацію й операції копіювання. Управляйте тем, як ці структури створюються, копіюються й звільняються з допомогу вашого коду, який буде виконуватися у відповідний момент.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



## **Підвищення якості й швидкодії інструментів**

- Велика кількість поліпшень STL від Dinkumware.
- Поліпшені деякі найважливіші методи й області RTL, на базі поліпшень сумісності з популярними бібліотеками C++.
- Поліпшена підтримка Cmake.
- Велика кількість виправлень для підвищення стабільності і якості.
- Відновлення Windows API – Обновлено й додали безліч декларацій API щоб добитися ще більшої інтеграції із платформою Windows.
- Загальні вдосконалення в бібліотеці доступу до БД FireDAC, включаючи оновлені драйвера для FireBird, PostgreSQL і SQLite. Вибір статичного або динамічного підключення SQLite до застосунку.

## **Змінені стилі VCL для High DPI**

В 10.4, архітектура стилізації VCL була суттєво розширена для підтримки High DPI і 4K моніторів. Тепер усі елементи UI на формі VCL автоматично масштабуються під відповідне до монітора дозвіл для показу форми. Був оновлений API стилізації для підтримки стилів high DPI.

Кожний графічний елемент UI може бути обраний з наборів різних масштабів і масштабований до потрібного DPI, що дає чітке зображення елементів UI на всіх моніторах.

## **Нові High DPI стилі й стилізація окремих VCL компонент**

Обновлено велике число вбудованих і преміальних VCL стилів для підтримки нового режиму стилізації High-dpi. Це дозволяє вам створювати застосунку з відмінним дизайном для всіх моніторів.

Розроблювачі VCL застосунків тепер можуть використовувати трохи VCL стилів на різних формах в одному застосунку або в різних компонентів на одній формі. Це також включає стилізацію компонентів загальною темою для платформи. Крім застосункової гнучкості використання стилів, це дозволяє використовувати нестилізуємі компоненти із зовнішніх бібліотек в VCL застосунках, що використовують стиль.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

## Поліпшена кроссплатформеність

- Додана підтримка Metal Driver GPU для macOS і iOS.
- Крім підтримки останнього iOS SDK, в RAD Studio 10.4 розроблювачі можуть задовольнити нові вимоги Apple до набору стартових екранів.
- Реалізований заново стилізуємий FMX компонент TMemo на платформі Windows значно поліпшений і тепер має відмінну підтримку IME.
- Користувачам редакцій Enterprise або Architect доступна повна інтеграція Fmxlinux з IDE для створення клієнтських застосунків Linux з GUI.
- Компонент Twebbrowser для iOS тепер реалізований на Wkwebview API.
- Реалізація компонента Media Player для macOS тепер використовує Avfoundation.

## Оновлений менеджер пакетів Getit

Менеджер пакетів Getit в IDE був значно вдосконалений.

Дати випуску релізів пакетів тепер видні, і можливе сортування списку по цих датах; відбір тільки встановлених пакетів, контенту, доступного тільки при наявності підписки, багато чого іншого.

## Універсальний інсталятор для установки Online і Offline

В 10.4 включений новий універсальний інсталятор, який використовує технологію на базі Getit. Цей інсталятор підтримує як online, так і offline (з ISO) варіанти установки.

Тепер обоє варіанта установки дозволяють вам указати початковий набір можливостей RAD Studio для установки, наприклад, свою комбінацію мов програмування й цільових платформ, мов інтерфейсу, і додавати до нього або видаляти непотрібне в будь-який момент.

## 2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на кваліфікаційну бакалаврську роботу, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

В процесі розробки кваліфікаційної бакалаврської роботи необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформулювати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

### 3.1 Опис функціонування системи

400G Ethernet – це новітній стандарт для високошвидкісних оптичних інтерфейсів. Спочатку відомий як IEEE 802.3bs, 400 Gigabit Ethernet був офіційно затверджено в грудні 2017 року і є частиною більш широкого сімейства технологій, таких як 200G, а також наступного покоління 100G і 50G Ethernet.

Поява технології 400G сприяло швидкій розробці й впровадженню нових компактних оптичних модулів і комутаторів. Іноді називаний 400GE або 400G Ethernet, новий стандарт підтримує численні технічні інновації, такі як, наприклад, обов'язкове використання технології кодування прямої корекції помилок (Forward Error Correction, FEC), що дозволяє, у тому числі, підвищити продуктивність і знизити енергоспоживання. Перші тестові випробування мереж 400G були успішно завершені, і поява перших комерційних розгортань очікується вже в 2022 році.

Термін «експонентний ріст», можливо, трохи перевантажений у наші дні, але у випадку 400GE він прекрасно підходить. Умовне поняття Gigabit Ethernet, що ставиться до різних технологій Ethernet, що підтримують передачу кадрів зі швидкістю 1 гігабіт у секунду, з'явилося ще в 1999 році.

У цей час узагальнюючий термін Terabit Ethernet використовується для опису категорії швидкостей в 100 гігабіт у секунду й вище. Насправді дійсний «Terabit», який становить один трильйон біт у секунду, – поки лише прогнозовані показники в недалекому майбутньому. Але й при швидкості 400 гігабіт у секунду технологія 400G являє собою збільшення в 400 раз у порівнянні зі швидкостями передачі Ethernet-кадрів на рубежі XXI століття.

Технологія 400 Gigabit Ethernet настільки швидка, що перевершила можливості звичайної реалізації схеми включення / вимикання лазера дворівневої

					КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

імпульсно-амплітудної модуляції (РАМ-2). Для компенсації цього вузького місця була розроблена модуляція РАМ-4, яка використовує чотири рівні амплітуди, а не два, що дозволяє подвоїти загальну швидкість модуляції. Але оскільки відмінність між рівнями сигналу тепер стало набагато менше, модуляція РАМ-4 стала більш сприйнятлива до шуму.

Але технологія 400G означає набагато більше, чим просто нові порти Ethernet і вдосконалена модуляція. Зміна парадигми вимагає проведення комплексних змін і коректувань у всієї мережної екосистеми, щоб забезпечити необхідну гнучкість і масштабованість при реалізації інноваційних проєктів на недосяжні раніше швидкостях передачі.

### **Як тестування мережі 400G Ethernet?**

До появи 100G Ethernet тестування оптоволоконних ліній було набагато більш простим завданням, ніж в наші дні. Показник інтенсивності бітових помилок (Bit Error Rate, BER), який оцінював імовірність одержати викривлення для кожного переданого біта даних, міг бути визначений для кожного каналу, а в парі з очікуванням появи «нульових» помилок протягом заздалегідь певного періоду часу ці параметри часто використовувалися в якості критерію успішної / неуспішної передачі даних. Але оскільки методологія кодування без вороття до нуля (Non Return to Zero, NRZ) поступається місцем модуляції РАМ-4 і техніці кодування / декодування FEC, тестування й оцінка 400G стають набагато складніше. Та й збільшення пропускної здатності саме по собі підняло на нову висоту планку складності питання тестування нових сучасних розв'язків і мереж.

### **Проблеми тестування 400 Gigabit Ethernet**

Більш високі швидкості й використання модуляції РАМ-4 дають неймовірні поліпшення пропускної здатності, але вони ж відповідальні за те, що питання тестування оптичних мереж 400G стає набагато більш складним завданням. Насамперед, модуляція РАМ-4 усе ускладнює на фізичному рівні. Завжди існує ймовірність, що при передачі даних можуть відбутися помилки, але

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

відтепер простого кількісного оцінювання помилок або тестування на основі «нульових» помилок більше недостатньо для виявлення аномалій.

Збільшені швидкості передачі даних і використання технології FEC привело до того, що деякі модулі з більш високим коефіцієнтом помилок після FEC почали працювати без помилок зовсім, а інші – немає. Тому зараз потрібно більш глибоке розуміння статистичних спостережень і розподілу помилок, щоб відокремити паттерни із прийнятними помилками від неприйнятних, і, у підсумку, визначити дійсні першопричини. Логіка FEC об'ємна й складна. Тому для тестування 400 Gbit Ethernet вам знадобляться як логічна перевірка, так і всеосяжний контроль динамічних характеристик.

Технологія 400G також привносить розширену підтримку інтеграції таких елементів, як форм-фактори QSFP-DD і CFP8 знімних оптичних модулів 400G. І CFP8, приміром, являє собою справжнє чудо інженерної думки, з інтегрованими лазерами й драйверами, високопродуктивними фотодіодами й мікроконтролерами, вбудованими в дуже маленький форм-фактор. У той же час усі ці додаткові елементи вимагають стратегій, що забезпечують 400 G-Тестування й перевірку цих компонентів окремо, а також у контексті загальної структури мережі. У цих нових умовах, коли збільшується складність розв'язків Ethernet під впливом технології 400G, цінність використання спеціалізованого інструментарію для тестування технології 400G, що дозволяє підвищити точність тестування й при цьому знизити затрачуване на цей час, зростає в рази.

### **Інструменти тестування 400G**

Масштабованість, гнучкість і можливість відновлення є важливими елементами ефективного рішення для тестування технології 400G. Нова платформа для тестування ONT-600 від компанії VIAVI Solutions, заснована на новітньому стандарті 400G / 200G (IEEE 802.3 bs), містить у собі розширені функції для аналізу помилок і тестовий модуль CFP8. Функціональність експлуатаційного програмування означає простоту відновлення в міру розвитку стандарту. Також ONT-600 400G включає підтримку FEC і модуляції PAM-4. Це

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

рішення для тестування забезпечує ідеальну платформу для підтримки проектування, розробки й перевірки всім тим, хто зараз перебуває на передньому краї екосистеми високошвидкісних мереж.

Тестовий модуль N-PORT для тестування й перевірки системи продуктів класу 100G також відіграє важливу роль у тестуванні технології 400G, тому що допомагає забезпечити 400G «звіра» підтримкою більш низьких швидкостей. Тестовий модуль N-PORT – це чотирьохпортовий пристрій із чотирма власними й незалежними портами QSFP28 і SFP28. Його просунуті застосунки для тестування, включаючи Ethernet, OTN і Fiber Channel, допомагають у розробці й тестуванні нових компонентів і модулів, надаючи постачальникам послуг коштовний тестовий інструментарій для вдосконалення існуючих і розробки нових технологій.

### **Мережі 400G**

Технологія щільного мультиплексування з поділом по довжині хвилі (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) значно побільшала пропускну здатність оптичного волокна. Опираючись на цей метод, один оптоволоконний канал може передавати дані зі швидкістю 400 Гбіт/с або більш. Оскільки міцність будь-якого ланцюга (або швидкість, як у нашому випадку) визначається по її самому слабкому з'єднанню, то розробки в області 400G Ethernet зараз спрямовані на усунення розриву у швидкості між кореневим маршрутизатором і устаткуванням DWDM. Інтерфейс 400G Ethernet дозволяє використовувати весь потенціал мережних пристроїв і досягти необхідної щільності розміщення портів, щоб забезпечити постійне й безперебійне функціонування мережі передачі даних з максимально можливою пропускну здатністю. Сучасні комутатори ASSP, такі як сімейство Broadcom Tomahawk, можуть забезпечити пропускну здатність більш 12 Тбіт/с на одній мікросхемі. Інтерфейс 400G Ethernet є гарним варіантом для досягнення відповідності між цією величезною пропускну здатністю й необхідною характеристикою щільності пропускну здатності на передній панелі.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## **FlexE (Flexible Ethernet)**

FlexE, також відомий як Flexible Ethernet і FlexEthernet, є протоколом зв'язку, опублікований Форумом по оптичній міжмережевій взаємодії (Optical Internetworking Forum, OIF) в 2016 році. Як випливає из назви, його ціль полягає в тому, щоб надати досить гнучкий стандарт для забезпечення можливості підключення між Ethernet і фізичним інтерфейсом (сервером), який не відповідає цим сучасним швидкостям, за допомогою введення «прокладки» на рівнях MAC і PCS. Це дозволяє підтримувати різні протоколи рівня MAC незалежно від інтерфейсу сервера. FlexE також забезпечує спосіб для з'єднання декількох каналів. Наприклад, 400G може надаватися як окремих лінк, два лінка по 200G або чотири лінка по 100G.

## **FlexO**

Стандарт ITU-T для оптичних транспортних мереж (Optical Transport Networks, OTN) надає рекомендовані інтерфейси й лінійні характеристики для елементів оптичних мереж, з'єднаних через волоконно-оптичні канали.

Стандарт OTN B100G є розширенням стандарту OTN для швидкостей передачі даних понад 100 Гбіт/с. Однак, замість того, щоб розробляти нові або одмінні специфікації для аналогічних типів каналів, підрозділ ITU-T використовувало завершену специфікацію IEEE 802.3 для визначення того, як подібні модулі, що підключаються, повинні використовуватися на інтерфейсах OTN. Цей гнучкий протокол звичайно відомий як «FlexO».

## **Кому варто задуматися про перехід на 400G?**

Ефективність, яку можна одержати завдяки впровадженню 400G, вплине на всю екосистему високошвидкісних мереж, включаючи виробників чипів, модулів і тестового устаткування, а також сервісів-провайдерів, Інтернет-корпорації й постачальників телекомунікаційних послуг, які чекають цих поліпшень і сподіваються, що вони дадуть новий поштовх їх бізнесу.

Компанії із сегмента Web 2.0 хмарні сервіси, що надають, розраховують на 400G, як на ефективний засіб по збільшенню щільності своїх швидко

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

зростаючих центрів обробки даних. Постачальники телекомунікаційних послуг, у свою чергу, не повинні будуть відставати від своїх клієнтів із впровадженням ультрасучасних каналів зв'язки для їхніх величезних центрів обробки даних. Ці великі гравці в цей час є основною рушійною силою, що вимагає якнайшвидшого розвитку 400G. Розроблювачі оптичних модулів одержать свою вигоду від цього попиту на більш універсальні й компактні продукти.

Зміни в галузі, які незмінно принесе із собою технологія 400G, можуть виявитися практично непомітними для кінцевого користувача, але поява 400G дозволить сучасним мережам відповідати зростаючим очікуванням надвисокої швидкості й безперебійної продуктивності. Потокове відео, віртуальні ігри й Інтернет речей (Internet of Things, Iot) – це лише деякі з застосунків, які виграють від появи й широкого застосування мережного стандарту 400GE.

### **100G і далі**

Сумісність між 100G і 400G допоможе спростити тестування нових розв'язків і відновлення існуючих, а також стане сприятливим фактором для стимулювання бізнесу. Перші рішення 100G Ethernet були представлені ще в 2010 році, але до 2016 року цей ринок ріс повільними темпами.

Поява промислового стандарту QSFP28, приведшого до появи чотиріканальних модульних компактних мережних трансівєрів малого форм-фактора, що підтримують можливість «гарячого» підключення й відключення, а також здійснюючого передачу до 28G для одного оптичного каналу, зіграло важливу роль у тому, що до 2017 року технологія 100G стала мейнстримом. Прогрес у розробці, що підключаються оптичних компонентів, який поступово рухає вперед технологію 100G, безумовно виявить помітний ефект на розвиток 400G Ethernet.

Зниження витрат і вдосконалення конструкції для модулів 100G дозволило використовувати назад сумісну технологію, таку як QSFP-DD, з орієнтацією вже на технологію 400G, що привело до появи нового типу модуля, аналогічного

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

стандартному QSFP+, але з додатковим рядом контактів, що дозволяють подвоїти кількість електричних інтерфейсів до восьми смуг.

CFR8 – інший форм-фактор для оптичних трансіверів останнього покоління, який дозволяє передавати дані зі швидкістю до 6,4 Т біт/с для 1 RU системної карти хосту й підтримує подвоєну щільність портів у порівнянні з 100G QSFP28.

Передові розробки для 400G, включаючи модуляцію PAM4 і технологію кодування KP4 FEC, можуть бути також використані для збільшення щільності й зниження витрат на застосування розв'язків 100GE. Аналітики очікують, що в міру розвитку цих технологій, пропоновані на рику продукти 100G почнуть повною мірою використовувати поліпшення, породжені розробкою 400 Gbit.

Значні поліпшення швидкості, властиві технології 400GE, є гігантським стрибком у можливостях Ethernet. Однак збільшення швидкості й пропускної здатності – це лише верхівка айсберга. 400G Ethernet не тільки забезпечує більшу пропускну здатність, але й надає правильну пропускну здатність при правильній щільності.

Постійно зростаючі вимоги до хмарних обчислень і провайдерам телекомунікаційних послуг змушують використовувати всі доступні фізичні можливості серверів, установлених у їхніх центрах обробки. Усунення вузького місця, яким колись був Ethernet, виявить величезний позитивний вплив на весь цей мережний процес. А інновації, такі як модуляція PAM-4, уможливили це вдосконалення, але й одночасно створили новий набір проблем для завдань тестування й перевірки нових розв'язків і мереж 400G. Успішно розв'язати ці завдання – це означає успішно зустріти нову еру продуктивності мереж.

### 3.2 Розробка структурної схеми

Корпоративна мережа – це складна система, що включає тисячі найрізноманітніших компонентів: комп'ютери різних типів, починаючи з

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

настільних і кінчаючи мейнфремами, системне й прикладне програмне забезпечення, мережні адаптери, концентратори, комутатори й маршрутизатори, кабельну систему. Основне завдання системних інтеграторів і адміністраторів полягає в тому, щоб ця громіздка й досить дорога система якнайкраще справлялася з обробкою потоків інформації, що циркулюють між співробітниками підприємства й дозволяла ухвалювати їм своєчасні й раціональні рішення, що забезпечують виживання підприємства у твердій конкурентній боротьбі. А тому що життя не варто на місці, те й зміст корпоративної інформації, інтенсивність її потоків і способи її обробки постійно міняються. Останній приклад різкої зміни технології автоматизованої обробки корпоративної інформації в усіх на очах – він пов'язаний з безпрецедентним ростом популярності Internet в останні 2 – 3 року.

Зміни, причиною яких став Internet, багатогранні. Гіпертекстова служба WWW змінила спосіб вистави інформації людині, зібравши на своїх сторінках усі популярні її види – текст, графіку й звук. Транспорт Internet – недорогий і доступний практично всім підприємствам (а через телефонні мережі й одиночним користувачам) – суттєво полегшив завдання побудови територіальної корпоративної мережі, одночасно висунувши на перший план завдання захисту корпоративних даних при передачі їх через найвищою мірою загальнодоступну публічну мережу з багатомільйонним "населенням". Стек TCP/IP відразу ж вийшов на перше місце, потіснивши колишніх лідерів локальних мереж IPX і Netbios, а в територіальних мережах – X.25.

Популярність Internet виявляє на корпоративні мережі не тільки технічний і технологічний вплив. Тому що Internet поступово стає загальносвітовою мережею інтерактивної взаємодії людей, то Internet починає усе більше й більше використовуватися не тільки для поширення інформації, у тому числі й рекламної, але й для здійснення самих ділових операцій – покупки товарів і послуг, переміщення фінансових активів і т.п. Це в корені міняє для багатьох підприємств саму канву ведення бізнесу, тому що з'являються мільйони

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

потенційних покупців, яких потрібно постачати рекламною інформацією, тисячі, що цікавляться продукцією клієнтів, яким потрібно надавати додаткову інформацію й вступати в активний діалог через Internet, і, нарешті, сотні покупців, з якими потрібно робити електронні угоди. Сюди потрібно додати й обмін інформацією з підприємствами-співвиконавцями або партнерами по бізнесу. Зміни схеми ведення бізнесу міняють і вимоги, пропоновані до корпоративної мережі. Наприклад, використання технології Intranet зламало звичні пропорції внутрішнього й зовнішнього трафіку підприємства в цілому і його підрозділів – старе правило, що говорить, що 80% трафіку є внутрішнім і тільки 20% іде зовні, зараз не відбиває дійсного стану справ. Інтенсивне звертання до Web-Сайтам зовнішніх організацій і інших підрозділів підприємства різко підвищило частку зовнішнього трафіку й, відповідно, підвищило навантаження на прикордонні маршрутизатори й міжмережеві екрани (firewalls) корпоративної мережі. Іншим прикладом впливу Internet на бізнес-процеси може служити необхідність автентифікації й авторизації величезного числа клієнтів, що звертаються за інформацією на сервери підприємства ззовні. Старі способи, засновані на закладі облікової інформації на кожного користувача в базі даних мережі й видачі йому індивідуального пароля, тут уже не годяться – ні адміністратори, ні сервери автентифікації мережі з таким обсягом робіт не впораються. Тому з'являються нові методи перевірки легальності користувачів, запозичені із практики організацій, що мають справу з більшими потоками клієнтів – магазинів, виставок і т.п. Вплив Internet на корпоративну мережу – це тільки один, хоча і яскравий, приклад постійних змін, які перетерплює технологія автоматизованої обробки інформації на сучасному підприємстві, що бажає не відстати від конкурентів. Постійно з'являються технічні, технологічні й організаційні новинки, які необхідно використовувати в корпоративній мережі для підтримки її в стані, відповідному до вимог часу. Без внесення змін корпоративна мережа швидко морально застаріє й не зможе працювати так, щоб підприємство змогло успішно витримувати тверду конкурентну боротьбу на

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

світовому ринку. Як правило, термін морального старіння продуктів і розв'язків в області інформаційних технологій перебуває в районі 3 – 5 років.

Як же потрібно надходити, щоб підприємству не потрібно було б повністю перебудувати свою корпоративну мережу кожні 3 – 5 років, що безумовно пов'язане з величезними витратами? Відповідь проста – потрібно постійно стежити за основними тенденціями розвитку світу мережних і інформаційних технологій і постійно вносити в мережу (у програми, сервіси, апаратуру) такі зміни, які дозволили б мережі плавно відпрацьовувати кожний різкий поворот. Тобто потрібно правильно бачити стратегічний напрямок розвитку вашої корпоративної мережі, постійно корелювати його з напрямком розвитку всього мережного світу й тоді менше шансів завести корпоративну мережу в такий тупик, звідки немає іншого виходу, крім повної перебудови мережі. Принаймні, не можна вкладати більші гроші й сили в рішення, у майбутності яких є більші сумніви.

Стратегічне планування мережі полягає в знаходженні компромісу між потребами підприємства в автоматизованій обробці інформації, його фінансовими можливостями й можливостями мережних і інформаційних технологій сьогодні й у найближчому майбутньому.

При стратегічному плануванні мережі потрібно ухвалити рішення щодо чотирьох груп питань:

1. Які нові ідеї, рішення й продукти є стратегічно важливими? Які рішення в стратегічно важливих областях є перспективними? Які з них можуть виявитися корисними у вашій корпоративній мережі?

2. Яким образом нові рішення й продукти потрібно впроваджувати в існуючу мережу? На які етапи потрібно розбити процес переходу на нові рішення й продукти, як забезпечити максимально безболісна взаємодія нових і старих частин і компонентів мережі?

3. Як раціонально вибрати зовнішніх співвиконавців для впровадження в мережу нових розв'язків і продуктів? Як вибрати інтеграторів, виробників і

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



автоматизації банку, організації бухгалтерського обліку, автоматизованого проектування, керування технологічними процесами й т.п.

Кінцева мета корпоративної мережі втілена в прикладних програмах верхнього рівня, але для їхньої успішної роботи абсолютно необхідно, щоб підсистеми інших шарів чітко виконували свої функції.

Стратегічні рішення, як правило, впливають на вигляд мережі в цілому, зачіпаючи кілька шарів мережної "піраміди", хоча спочатку стосуються тільки одного конкретного шару або навіть окремої підсистеми цього шару. Такий взаємний вплив продуктів і розв'язків потрібно обов'язково враховувати при плануванні технічної політики розвитку мережі, інакше можна зіштовхнутися з необхідністю термінової й непередбаченої заміни, наприклад, мережної технології, через те, що нова прикладна програма відчуває гострий дефіцит пропускну здатності для свого трафіку.

### **Стратегічні проблеми побудови транспортної системи корпоративної мережі**

Через те, що транспортна система створює основу для взаємозалежної роботи окремих комп'ютерів, її часто ототожнюють із самим поняттям "корпоративна мережа", уважаючи всі інші шари й компонента мережі просто надбудовою. У свою чергу, транспортна система корпоративної мережі складається з ряду підсистем і елементів. Найбільш великими складовими транспортної системи є такі підсистеми як локальні й глобальні мережі корпорації, що знову ж розуміються як чисто транспортні засоби. У свою чергу кожна локальна й глобальна мережа складається з периферійних підмереж і магістралі, яка ці підмережі зв'язує воедино. Наприклад, велика локальна мережа, складається з підмереж, об'єднаних магістраллю, що включають два кільця FDDI і чотири маршрутизатори. Кожна підмережа також може мати ієрархічну структуру, утворену своїми маршрутизаторами, комутаторами, концентраторами й мережними адаптерами. Усі ці комунікаційні пристрої зв'язані розгалуженою кабельною системою.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Глобальна мережа, що поєднує окремі локальні мережі, розкидані по великій території, також має, як правило, ієрархічну структуру з високошвидкісною магістраллю (наприклад, АТМ), більш повільними периферійними мережами (наприклад, framerelay) і каналами доступу локальних мереж до глобальних.

При створенні й модернізації транспортної системи стратегічно значимими сьогодні є в першу чергу наступні проблеми.

### **Створення транспортної інфраструктури з масштабованою продуктивністю для складних локальних мереж**

Сьогодні все частіше й частіше виникають підвищені вимоги до пропускної здатності каналів між клієнтами мережі й серверами. Це відбувається по різних причинах: через підвищення продуктивності клієнтських комп'ютерів, збільшення числа користувачів у мережі, появи застосунків, що працюють із мультимедійною інформацією, яка зберігається у файлах дуже великих розмірів, збільшенням числа сервісів, що працюють у реальному масштабі часу. Особливо різко зросло навантаження на сервери, які публікують корпоративні дані в Internet. Хоча такий трафік більшу частину шляхи між сервером і клієнтом проходить по глобальних каналах Internet, останній відрізок шляху припадає на сегменти локальної мережі підприємства, які повинні справлятися з таким підвищеним навантаженням.

Вимоги до пропускної здатності каналів зв'язки до того ж дуже неоднорідні для різних сегментів і підмереж великої локальної мережі. Тому що дуже малоймовірно, що всі клієнти з однаковою інтенсивністю обмінюються даними з усіма серверами підприємства й зовнішніми серверами, то частина сегментів завантажена більше, а частина – менше.

Отже, є потреба в економічному рішенні, що надає сегментам і підмережам ту пропускну здатність, яка їм потрібно.

Проте, 10-мегабітний Ethernet улаштував більшість користувачів протягом близько 15 років. Це пояснюється тим, що пропускна здатність в 10

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Мбіт/с із більшим запасом перекривала потреби клієнтських і серверних комп'ютерів мереж тих років. До появи персональних комп'ютерів у локальну мережу поєднувалися мінікомп'ютери, яких на підприємствах було не так вже і багато, тому підмережі включали по 5–20 комп'ютерів. Трафік полягав в основному з алфавітно-цифрових даних, інтенсивність яких звичайно не перевищувала декількох десятків Кбайт у секунду для одного комп'ютера. Персональні комп'ютери, що масово з'явилися в середині 80-х, були досить малопотужними, з повільними дисками, і також не створювали проблем для 10-мегабітних каналів.

Більша надмірність 10-мегабітних каналів також не дуже турбувала фахівців, тому що технологія Ethernet була досить дешевої, комунікаційне устаткування мережі складалося з одного-двох маршрутизаторів, коаксіального кабелю й мережних адаптерів, вартість яких була досить невеликий у порівнянні з вартістю комп'ютерів, у які вони встановлювалися.

Однак на початку 90-х років почала відчуватися недостатня пропускна здатність каналів Ethernet. Для комп'ютерів на процесорах Intel 80286 або 80386 із шинами ISA (8 Мбайт/с) або EISA (32 Мбайт/с) пропускна здатність сегмента Ethernet становила 1/8 або 1/32 каналу "пам'ять – диск", і це добре узгоджувалося зі співвідношенням обсягів локальних даних і зовнішніх даних для комп'ютера. Тепер же в потужних клієнтських станцій із процесами Pentium або Pentiumpro і шиною PCI (133 Мбайт/с) ця частка впала до 1/133, що явно недостатньо. Ще більший недолік у пропускній здатності стали відчувати сервери, як на основі RISC-, так і на основі Intel -процесорів. Основним ршенням у цій області стало використання декількох мережних адаптерів, що працюють на різні підмережі.

На початку 90-х років намітилися зрушення й у характері переданої по мережі інформації. Поряд з алфавітно-цифровими даними з'явилися графічні, звукові й відеодані, що зберігаються в багатомегабайтних файлах. Це ще більше збільшило ситуацію, тому що тепер навіть кілька персональних комп'ютерів, що

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

працюють із мультимедійною інформацією, могли перевантажити 10-мегабітний сегмент мережі.

Тому багато сегментів 10 Мегабітного Ethernet'a стали перевантаженими, реакція серверів у них значно впала, а частота виникнення колізій суттєво зросла, ще більш знижуючи номінальну пропускну здатність.

Найпростіше рішення – підвищення бітової швидкості єдиного протоколу, що працює у всіх сегментах мережі, як відбувалося раніше з мережами на основі Ethernet – не є вже раціональним для швидкостей більших чому 30 – 40 Мбіт/с. Це стало ясно після розробки й застосування першого високошвидкісного протоколу локальних мереж – протоколу FDDI, що працює на бітовій швидкості 100 Мбіт/с. Вартість сегментів FDDI виявилася для цього занадто високою, тому протокол FDDI став застосовуватися в основному тільки для побудови магістралей великих локальних мереж і підключення централізованих серверів підприємства. Для зв'язку сегментів Ethernet із сегментами FDDI треба було застосування маршрутизаторів або, що траншують комутаторів.

Така схема побудови локальної мережі, коли в ній існує кілька сегментів (у випадку застосування комутаторів) або підмереж (у випадку застосування маршрутизаторів або комутаторів, що вміють маршрутизувати), у кожному з яких застосовується один із двох протоколів залежно від тієї пропускну здатності, яка потрібна комп'ютерам, що працюють у цій частині мережі, є прообразом схеми, до якої сьогодні прагнуть виробники мережного устаткування й мережні інтегратори.

Більш досконала схема побудови локальної мережі повинна опиратися не на дві доступні швидкості, а на більш дробову ієрархічну лінійку швидкостей для комп'ютерів мережі. Тоді можна буде більш точно й з меншими витратами врахувати потреби кожної групи комп'ютерів, об'єднаних у сегмент, або навіть кожного окремого комп'ютера. Для узгодження швидкостей роботи каналів між сегментами мережі необхідно застосовувати пристрою, що обробляють трафік з

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

буферизацією пакетів – комутатори або маршрутизатори, але не концентратори, які організують побітну передачу даних із сегмента в сегмент.

### **Надання індивідуальної якості обслуговування для різних типів трафіку й різних застосунків у локальних мережах**

Можна піти й далі в деталізації вимог до пропускної здатності. Зрештою пропускна здатність каналів зв'язки потрібна не комп'ютеру в цілому, а окремим додаткам, які виконуються на цьому комп'ютері. У файлового сервісу одні вимоги до пропускної здатності, в електронної пошти – інші, а в сервісу інтерактивних відеоконференцій – треті. Особливо гостро ці відмінності стали відчуватися з початку 90-х років, коли поряд із традиційним файловим сервісом і сервісом печатки в локальних мережах стали використовуватися нові види сервісів, що породжують трафік реального часу, дуже чутливого до затримок. Типовим представником такого сервісу є комп'ютерна телефонія. Кожна телефонна розмова двох абонентів породжує в мережі трафік, що має постійну бітову швидкість, найчастіше 64 Кбіт/с, коли джерело голосової інформації породжує потік байт із частотою 8 КГц.

Більш складні методи кодування можуть зменшити інтенсивність голосового трафіку до 9.6 Кбіт/с, і навіть до 4 – 5 Кбіт/с.

Незалежно від способу кодування й інтенсивності трафіку, якість відтвореного на прийомному кінці голосу дуже залежить від затримок вступу байт, що несуть виміри амплітуди голосу. Уся техніка передачі голосу в цифровій формі заснована на тому, що виміри повинні надходити на відтворюючий пристрій через ті ж інтервали, через які вони проводилися на прийомному пристрої, який перетворював голос у послідовність чисел. Затримка вступу чергового байта більш ніж на 10 мс може привести до появ ефекту луни, більші затримки можуть спотворити тембр голосу до невпізнанності або привести до утруднень у розпізнаванні слів. Комп'ютерні мережі – як локальні, так і глобальні – це мережі з комутацією пакетів, у яких затримки передачі пакетів важко передбачити. У силу самого способу буферизації пакетів у проміжних

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

комутаторах і маршрутизаторах затримки в комп'ютерних мережах мають змінний характер, тому що пульсуючий характер файлового сервісу, Web-Сервісу й багатьох інших популярних комп'ютерних сервісів створюють постійно мінливу завантаження комутаторів і маршрутизаторів.

Особливо більші проблеми створює інтерактивний обмін голосовими повідомленнями, простіше говорячи – звичайну розмову. При передачі голосу тільки в одну сторону, наприклад, при відтворенні заздалегідь записаної музики, на прийомному кінці можна поставити буфер, у якому будуть накопичуватися нерівномірно вступники виміри звуку, які з деякою затримкою потім будуть добуватися з буфера строго із частотою 8 КГц.

Такий буфер звичайно називається пристроєм ехоглушення й використовується в протяжних цифрових телефонних мережах. При інтерактивному обміні постійні значні затримки, внесені буфером у розмову, стають дуже незручними для співрозмовників – доводиться довго чекати відповіді, як при розмові з космонавтами.

Аналогічні вимоги до передачі своїх даних пред'являє й трафік, що переносить відеозображення. Трафік, що вимагає, щоб його дані надходили до прийомного вузла через строго певні проміжки часу, називається *синхронним* на відміну від *асинхронного* трафіку, мало чутливого до затримок його даних. Майже весь трафік традиційних сервісів комп'ютерних мереж є асинхронним – затримка передачі частини файлу навіть на 200 мс буде мало помітна для користувача.

Як правило, асинхронний і синхронний види трафіку суттєво відрізняються й ще в одному важливому відношенні – чутливості до втрати пакетів. Асинхронний трафік дуже чутливий до таких втрат, тому що втрата навіть невеликої частини файлу робить усю операцію передачі файлу по мережі безглуздою – файл або його загублену частину обов'язково потрібно передавати заново. Втрата ж одного виміру голосу або одного кадра зображення не дуже помітно позначається на якості відтвореного сигналу, тому що інерційний

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

характер фізичних процесів приводить до того, що два послідовні виміри не дуже відрізняються друг від друга пристрою, що тому відтворює, не створює праці відновити, хоча й приблизно, загублену інформацію.

Використання мультимедійної інформації й інтерактивних сервісів у комп'ютерних мережах створило складну проблему сполучення двох дуже різних по вимогах до характеру передачі пакетів через мережу типів даних.

При передачі синхронних даних у звичайних пакетах і кадрах локальної мережі, такі пакети будуть зустрічатися у внутрішніх чергах комутаторів і маршрутизаторів з пакетами звичайного асинхронного комп'ютерного трафіку. Якщо комутатор або маршрутизатор не робить відмінностей між пакетами синхронного й асинхронного трафіку, то затримки можуть бути дуже більшими й дуже нерівномірними, особливо при завантаженні комунікаційного пристрою, близької до його максимальних можливостей обробки пакетів. Природнім виходом із цієї ситуації є пріоритетна обробка пакетів синхронного трафіку – і це дуже розповсюджене приймання, застосовуване багатьма виробниками комутаторів, маршрутизаторів, а також розроблювачами нових протоколів локальних мереж, наприклад, протоколу 100VG-AnyLAN, у якому існує два рівні пріоритетів.

Однак, навіть при пріоритетній обробці пакети синхронного трафіку можуть затримуватися в комунікаційних пристроях, тому що в них можна реалізувати тільки алгоритми обробки з відносними пріоритетами, а не з абсолютними. Це значить, що якщо низькопріоритетний пакет уже почав передаватися в мережу, то пристрій не може перервати його передачу при приході в цей час високопріоритетного пакета. Тому максимальний час очікування синхронного пакета завжди дорівнює часу передачі пакета максимальної довжини, яку допускає той або інший протокол або діюча конфігурація мережі.

Так, для класичного 10-мегабітного Ethernet'a максимальний розмір пакета рівний 1526 байт (з усіма службовими полями й преамбулою). Виходить,

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

максимальний час його передачі складе 1.2 мс. Це не так багато для більшості видів синхронного мультимедійного трафіку. Гірше є справи в мережах Tokenring, де кадри можуть досягати розміру в 16 Кбайт. При швидкості в 16 Мбіт/с це може привести до затримки в 8 мс, що вже виявляє помітний вплив на якість голосу або зображення. Для мереж FDDI з бітовою швидкістю 100 М біт/с і максимальним розміром кадра 4500 байт затримка складе всього 0.36 мс, для мереж Fast Ethernet – 0.12 мс, GigabitEthernet – 0.012 мс, а АТМ при швидкості 155 Мбіт/с і розмірі гнізда в 53 байта – усього 2.7 мкс.

Однак, цей ідеальний випадок відповідає повністю вільної в будь-який момент часу середовищу передачі даних на вихідному порту комутатора або маршрутизатора. Така ситуація зустрічається в локальних мережах не часто, тому що мікросегментація, коли кожний комп'ютер пов'язаний з мережею своєю індивідуальною лінією зв'язку, поки ще занадто дороге задоволення для застосування його у всіх сегментах мережі. При використанні в сегменті поділюваного середовища високопріоритетний пакет повинен чекати не тільки завершення передачі низькопріоритетного пакета, але й звільнення поділюваного середовища, а це складова є чисто випадковою й з нею боротися можна тільки зменшуючи завантаження сегмента.

Поділювані середовища передачі даних традиційно використовувалися в локальних мережах для зменшення вартості мережного устаткування. Практично всі протоколи локальних мереж – від Ethernet до 100VG-AnyLAN і GigabitEthernet (АТМ не ставиться до протоколів, розроблених для локальних мереж, ця технологія в набагато більшому ступені близька до технологій передачі даних у глобальних мережах) можуть працювати на поділюваних середовищах передачі даних.

У різних протоколах локальних мереж реалізовані різні методи доступу до поділюваного середовища. У деяких нових протоколах передбачений механізм пріоритетного надання доступу до середовища. Звичайно, розроблювачі протоколу обмежуються двома рівнями пріоритетів – один, низький, для

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

асинхронного трафіку, і другий, високий, для синхронного. Так зробили розроблювачі протоколів FDDI і 100VG-AnyLAN. У протоколі Tokenring існує 8 рівнів пріоритетів, а у всіх протоколах сімейства Ethernet – Fastethernet – GigabitEthernet поняття пріоритету кадра відсутній. Безумовно, пріоритетне надання доступу до поділюваного середовища набагато зменшує затримки доставки пакетів до вузла призначення.

Однак, який би метод доступу до поділюваного середовища передачі даних не використовувався, можлива ситуація, коли кілька вузлів з високим пріоритетом будуть вимагати одночасний доступ до поділюваного середовища. Протоколи локальних мереж, навіть самі останні, не вирішують завдання надання якихось гарантій у розподілі смуги пропускання загального каналу передачі даних між рівнопріоритетними вузлами. І, якщо всі вузли мережі будуть мати рівні пріоритети, те поділюване середовище як і раніше буде надавати кожному вузлу заздалегідь невідому частину своєї пропускної здатності.

Забезпечення для абонентів мережі необхідного рівня затримок – це окремий випадок забезпечення потрібної якості обслуговування – QualityofService, QoS. Аналіз типів трафіку, створюваного сучасними додатками, дозволив виділити кілька основних типів, для яких поняття QoS має різний сенс і характеризується різними параметрами.

Трафік реального часу з постійною бітовою швидкістю звичайно вимагає надання йому постійної смуги пропускання, причому в поняття якості обслуговування входить не тільки величина надаваної йому пропускної здатності, але й величина затримок передачі кожного пакета – звичайно середній час затримки й величина її варіації. Типовий представник цього типу трафіку – голосовий трафік.

Існує також тип трафіку реального часу, що створює потік даних з пульсуючою бітовою швидкістю, але так само чутливий до затримок передачі пакетів. Такий трафік створюють джерела, що виконують компресію голосу або відеозображення, коли, наприклад, при незмінній картинці інтенсивність потоку

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

даних різко зменшується. Для такого трафіку в поняття якості обслуговування по колишньому входять середня величина й варіація затримок, а замість одного параметра пропускної здатності звичайно від мережі потрібно забезпечити два – середню швидкість передачі даних і передачу сплеску трафіку до певної величини протягом застереженого періоду часу.

Для пульсуючого комп'ютерного трафіку, який не є трафіком реального часу, тому що нечутливий до затримок, звичайно досить забезпечити аналогічні попередньому випадку параметри пропускної здатності, а про величини затримок не опікуватися.

Для випадку, коли важко точно оцінити середню швидкість передачі даних додатком і максимальний сплеск інтенсивності, застосовують спрощене тлумачення поняття якості обслуговування – як верхній і нижній межі пропускної здатності, надаваною мережею абонентові протягом досить тривалого проміжку часу.

У попередніх прикладах якість обслуговування трактувалася тільки щодо тимчасових характеристик роботи мережі. Однак, імовірність успішної доставки даних абонентові також, природно, може враховуватися в якості обслуговування. Для багатьох видів комп'ютерного сервісу, де втрати пакетів ведуть до істотного зниження корисної пропускної здатності мережі, надійність доставки пакета – істотна складова якісного обслуговування абонента мережею.

Дотепер ми більше говорили про надання певного рівня якості обслуговування вузлам мережі, тобто комп'ютерам у цілому. Однак, насправді джерелом трафіку з певними вимогами до якості його обслуговування є не комп'ютер, а окремий додаток, що працює на цьому комп'ютері. Цілковито реальною є ситуація коли на одному комп'ютері одночасно в режимі поділу часу виконуються кілька застосунків і в кожного є свої вимоги до передачі його даних через мережу. Більшість сучасні ОС підтримують режим мультипрограмування, так що співіснування фонових застосунків розсилання електронної пошти або факсів із сесією відеоконференції цілком можливо. Тому сучасна мережа повинна

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

допускати обслуговування з різними класами якості й з різними параметрами якості застосунків того самого комп'ютера.

### **Сполучена передача голосу й даних і гарантована якість обслуговування в глобальних мережах**

У глобальних мережах проблема сполучення голосу й даних, або, у більш широкій постановці завдання, забезпечення гарантованої якості обслуговування для різних класів трафіку стоїть ще більш гостро. Це пояснюється тим, що глобальні канали зв'язку суттєво дорожче локальних, тому набагато сильніше стимули для використання однієї й тієї ж транспортної інфраструктури для передачі комп'ютерного трафіку й трафіку, який звичайно передається через телефонні мережі.

Спроби забезпечити прийнятну якість обслуговування для голосового й комп'ютерного трафіку робилися в територіальних мережах уже давно – практично із самого початку впровадження глобальних комп'ютерних мереж. Комп'ютерний трафік при відсутності спеціальних каналів зв'язки передавали по телефонних каналах за допомогою модемів. Телефонні мережі завжди працювали за технологією комутації каналів, тому проблема затримок голосових даних довгими комп'ютерними пакетами тут не виникала – після комутації складений канал виявлявся повністю в розпорядженні або комп'ютерного, або голосового трафіку.

Однак, при цьому певні незручності випробовували комп'ютерні абоненти мережі – канал з постійною пропускною здатністю не може добре передавати пульсації трафіку. Якщо потрібно передати трафік із середньою інтенсивністю 10 Кбіт/с і пульсацією до 500 Кбіт/с протягом однієї секунди, те, мабуть, що канал із пропускною здатністю 28.8 Кбіт/с не зможе добре впоратися із цим завданням. Пакети, що належать періоду сплеску трафіку, будуть чекати в черзі, яка утворюється на вході такого каналу. У той же час у періоди трафіку низької інтенсивності (а вони, безумовно, будуть мати місце, тому що середня інтенсивність трафіку всього 10 Кбіт/с) канал буде використовуватися всього на

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



реального часу не тільки за рахунок затримок у проміжних вузлах, тобто комутаторах і маршрутизаторах. Великий вплив на якість обслуговування може виявляти так звана затримка пакетизації, яка тим більше, чим більший розмір пакета, використовуваного для передачі мультимедійних даних.

Нехай ми прагнемо використовувати для передачі голосу мережа framerelay з максимальним розміром пакета 4096 байт. Оцифровані виміри голосу надходять на вхід пристрою доступу до глобальної мережі – FrameRelayAccessDevice, FRAD, із частотою 8 КГц. FRAD упаковує кожний байт у пакет, при цьому перший байт, що потрапив у який-небудь пакет, повинен чекати відправлення в мережу 4095 інтервалів по 125 мкс (період проходження байт при частоті 8 КГц), поки пакет не заповниться повністю. Ця затримка й називається затримкою пакетизації, у цьому випадку вона складе 511 мс, тобто півсекунди, що зовсім неприпустимо. Тому звичайно FRAD налаштовується на відправлення в мережу голосових даних у пакетах набагато меншої довжини, наприклад, 128 байт, але й при цьому затримка складе порядку 16 мс і для її компенсації потрібно пристрій ехоглушення на прийомному кінці.

Через затримки пакетизації в мережах з комутацією пакетів при необхідності сполучати передачу голосу й даних застосовують пакети невеликих розмірів, які також зменшують і затримки очікування в комутаторах мережі. Однак, при цьому зменшується корисна пропускну здатність мережі для комп'ютерних даних.

У глобальних мережах звичайно не ставиться завдання підтримки якості обслуговування для всіх можливих типів трафіку, які були розглянуті вище. Найчастіше, глобальна мережа вважається дуже гарною, якщо вона може диференційовано обслуговувати принаймні два види трафіку, голосовий і комп'ютерний, приймання з дуже спрощеною підтримкою якості обслуговування для кожного типу.

Більш тонка підтримка якості обслуговування для всіх основних типів трафіку забезпечується сьогодні тільки в мережах АТМ, і те часто потенційно,

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

тому що не всі провайдери АТМ пропонують абонентам своїх мереж усі можливі способи підтримки якості обслуговування, певні в стандарті технології АТМ.



Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

### 3.3 Розробка функціональної схеми

Функціональна схема розробленої системи зображена на рисунку 3.2. На ній показано, що структура системи складається з наступних блоків:

- Блок збирання статистичного навантаження на вузли мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.
- Блок аналізу статистичного навантаження.
- Блок балансування навантаження у мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.
- Блок формування звітів.

– Блок формування сигналів керування навантаженням.

Створений у результаті роботи, прототип системи планування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet можна віднести до корпоративного рішення (варіант інсорсингу). перевагою цього програмно-апаратного комплексу є його масштабованість, що дозволяє включати розроблену систему як у жорстко задану ієрархічну структуру, так і будувати на його базі мережні моделі із кросс-сертифікацією.

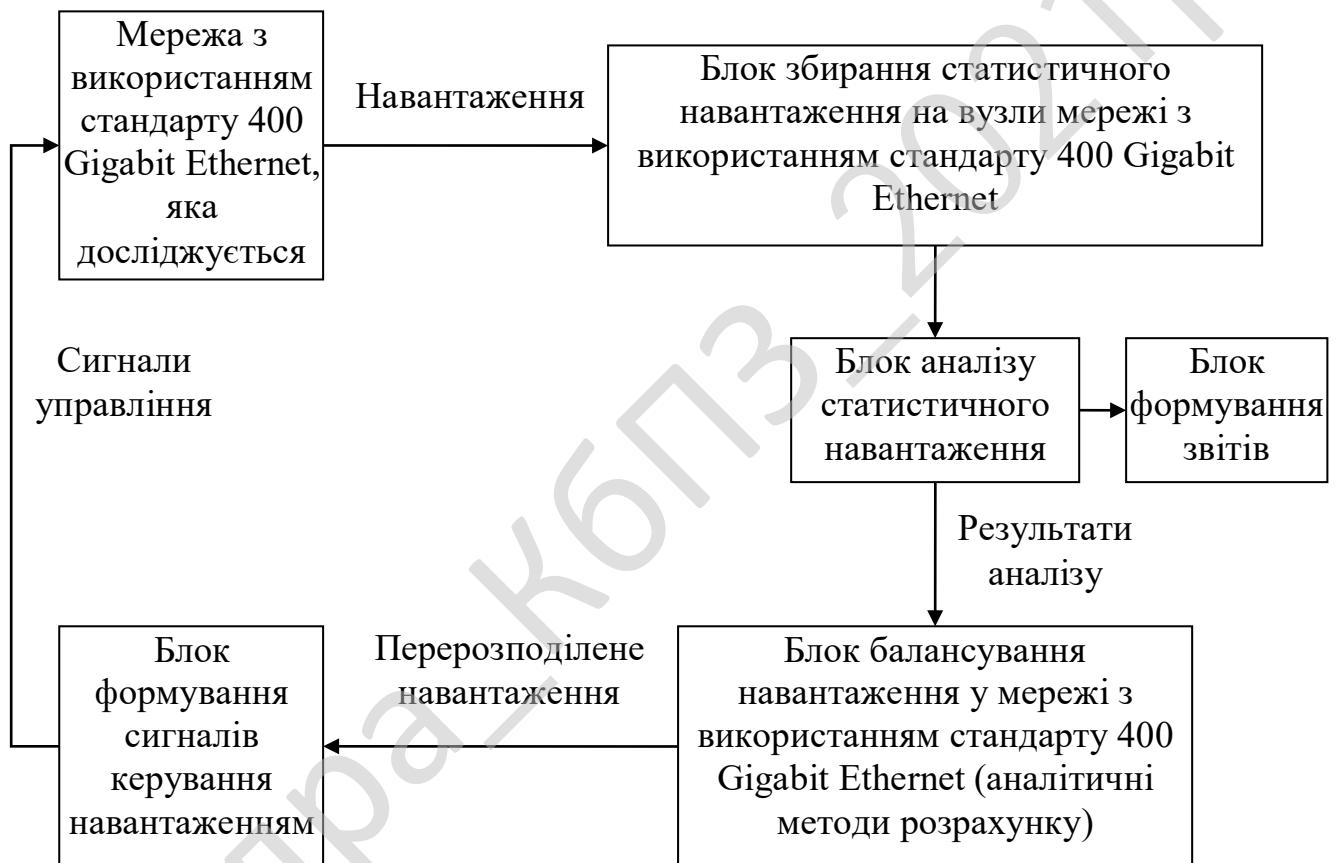


Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Для рішення завдання вибору числа й розміщення елементів управляючих центрів (УЦ), представленого у вигляді інформаційно-обчислювального комплексу, запропоновано використовувати евристичні алгоритми, засновані на методах локальної оптимізації й теорії масового обслуговування. Альтернативний підхід до рішення завдання дискретного математичного



спрямованим перебором варіантів структури мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

На першому етапі вся безліч абонентських пунктів розбивається на групи, розташовувані в окремих зонах обслуговування УК УЦ. У процесі роботи алгоритму число УК УЦ (відповідно й чисто зон) змінюється від мінімального (наприклад, рівного одиниці), до максимального. Для кожного значення шукається локальне оптимальне розміщення УК УЦ. Абонентські місця приєднуються до найближчих УК УЦ.

Далі по черзі вибирається найкраще місце розташування кожного УК УЦ у межах своєї зони. Найкращий пункт для розміщення УК УЦ у межах своєї зони вибирається не із всіх можливих варіантів, а з пунктів підмножини  $A^*$ , число елементів якого істотно менше в порівнянні з безліччю  $A$ . Додатково прискорити процес перебору дозволяє уведення околиць, у які входять до десяти варіантів можливого розташування УК УЦ. після УК УЦ  $\delta$ -ї зони процес повторюється із УК УЦ першої зони. Якщо, починаючи з будь-якого УК УЦ,  $\delta$  раз не вдалося поліпшити значення оптимізуемого функціонала, то процес вибору розміщення  $\delta$  УК УЦ у фіксованих зонах припиняється, тому що досягається локальний екстремум.

При фіксованій кількості УК УЦ рішення завдання закінчується, коли перестановка УК УЦ не приводить до мінімізації оптимізуемого функціонала.

Після того як Мережа з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet із УК УЦ сформована (знайдене місце розташування всіх УК УЦ і зроблене прикріплення абонентів), обчислюється значення параметрів оптимізації (середній час обслуговування  $T$  и ймовірність своєчасного обслуговування  $Q$ ). Знайдені значення рівняються із граничними величинами ( $T_b$ ,  $Q_L$ ). Якщо обмеження не виконуються, то поточна структура виключається з розгляду.

Оптимальна структура мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet відповідає мінімальному значенню функціонала серед отриманих величин при різному числі УК УЦ.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

У цьому розділі основним питанням є поліпшення якості функціонування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet УЦ шляхом адаптивного балансування навантаження між його керуючими компонентами.

Серед аналізованих підходів по керуванню навантаженням і динамічним керуванням потоками інформації (метод рельєфів, матричний і хвильовий алгоритми, ігровий і ймовірносно-ігровий методи) для імітаційного моделювання системи балансування навантаження на УК УЦ обраний матричний метод.

Аналіз вироблявся по наступних ознаках:

- вид аналізованої інформації;
- тип реакції на вхідний потік;
- тип системи керування;
- критерій оптимізації;
- обсяг службової інформації, що пересилається;
- часові витрати;
- складність реалізації.

Недоліком матричного методу для розглянутої прикладної області є критерій оптимізації у вигляді довжини шляхи комутації. Це можна усунути шляхом формування іншого критерію оптимізації, адаптованого під роботу мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet з УЦ.

Матричний метод балансування навантаження орієнтований на алгоритми знаходження найкоротших шляхів. Даний метод дозволяє знайти довжини найкоротших шляхів між всіма вузлами мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet одночасно, ґрунтуючись на застосуванні операцій над матрицями відстаней. У розробленій модифікації методу пропонується замінити параметр довжини зв'язку інтегральним критерієм, розрахованим раніше.

У цьому випадку структуру мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet можна представити у вигляді матриці адаптивного балансування навантаження мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet, де показник оптимальності визначається як результат розподілу інтегрального критерію  $z$ -ого вузла ( $n_i$ ) на показник доступності лінії зв'язку з  $h$ -ним вузлом.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Запропонована в роботі модифікація матричного підходу полягає в наступному:

– пропонується замінити параметр довжини зв'язку інтегральним критерієм;

– на кожному кроці побудови матриці балансування в додатковій матриці запам'ятовуються проміжні транзитні вузли. Це дозволяє по результатом багатокрокового перерозподілу навантаження видавати інструкції для УК УЦ по маршрутизації вступні на них повідомлень.

Запропоноване рішення по поліпшенню якості функціонування мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet з УЦ рівнялося з існуючими моделями якості обслуговування (Quality of Service). За результатами порівняння зроблений вивід про неможливість рішення завдання перерозподілу навантаження між УК УЦ винятково засобами цих моделей.

Результатом моделювання є вказівки для УК УЦ, сформовані за допомогою програмного модуля розробленої системи, засобами якого вузли можуть перенаправляти надлишкове навантаження на аналогічні компоненти. З наведених результатів моделювання можна зробити вивід, що розроблена модель динамічного балансування навантаження мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet враховує основні характеристики роботи УЦ, дозволяючи оптимально перерозподілити вхідний інформаційних потік на її керуючих компонентах. У результаті балансування не тільки знімається надлишкове завантаження із УК УЦ, але й відбувається перерозподіл вхідного потоку з недоступних вузлів.

Матриця доступності, використовувана при моделюванні, дозволяє врахувати залежність від якості лінії зв'язку, що актуально, як при роботі через Інтернет-провайдерів у мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet загального користування, так і у випадку мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet корпоративного УЦ, що діє у ЛОМ або розподіленої мережі з використанням стандарту 400 Gigabit Ethernet.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Модифікація матричного підходу знаходження оптимальних для прийняття надлишкового навантаження вузлів і введення інтегрального показника, дозволяють сформувавши нотації для перемикання навантаження не тільки на вигідний УК УЦ, але й організувати маршрут перерозподілу, що складає з декількох транзитних вузлів.

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

### 3.4 Розробка діаграми процесів

Відповідно до методичних рекомендацій розроблення графічної частини кваліфікаційної бакалаврської роботи розглянемо розроблену діаграму процесів яка зображена на рисунку 3.3.

Розроблена діаграма взаємодії процесів використовується для представлення та візуалізації процесів обробки даних тобто структурного проектування бакалаврської роботи.

Основні складові елементи діаграми взаємодії процесів це потоки даних:

- Репозиторії, потік сховища даних.
- Потоки зовнішні по відношенню до системи сутності.
- Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.
- Потоки даних гібридні між елементами трьох попередніх типів.

Відповідно до документації основна будова діаграми процесів полягає у графічному представленні складу сукупностей даних, що характеризуються як співвідношення різних частин кожної з сукупностей. Склад статистичної сукупності графічно може бути представлений як за допомогою абсолютних, так і відносних показників. Графічне зображення складу сукупності по абсолютними і відносними показниками сприяє проведенню більш глибокого аналізу і дозволяє проводити аналіз системи.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

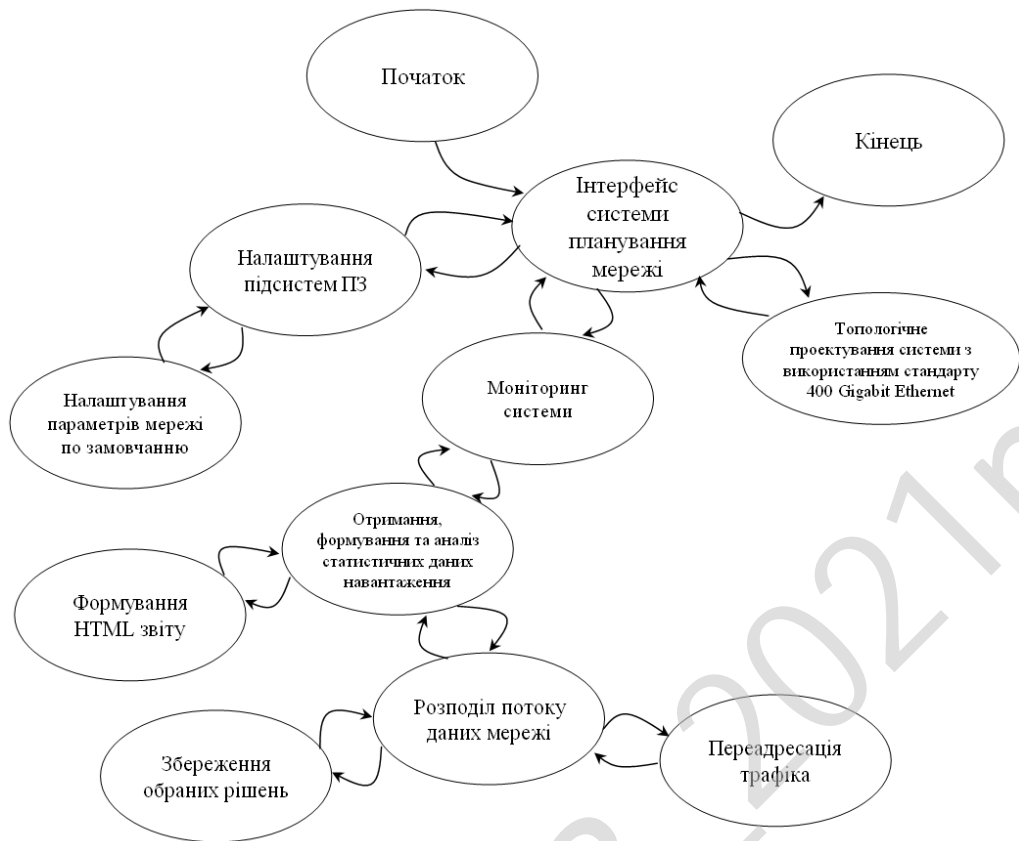


Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Для схематичного представлення системи що розробляється необхідно спочатку представити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи в цілому у подальшому. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі. Розроблена діаграма взаємодії процесів системи в подальшому уточнюється шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється.

Таким чином у результаті після розгляду, вищеописаної системи, схеми структурної, функціональної, діаграми взаємодії процесів перейдемо до опису та розгляду блок-схем основної програми, та підпрограм, які використовуються, для реалізації системи.

## 4 РЕАЛІЗАЦІЯ РОБОТИ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ВІРНІСТЬ ПРОЕКТНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ

### 4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Під час роботи над програмою було створено блок-схеми. Перед їх розглядом необхідно провести роз'яснення який саме тип блок-схем використовується. Блок-схема це представлення задачі для її аналізу або розв'язування за допомогою спеціальних символів (геометричних образів), які позначають такі елементи, як операції, потік, дані тощо.

Блок вхідних та вихідних даних прийнято позначати паралелограмом, блок обчислень (обробки) даних – прямокутником, блок прийняття рішень – ромбом, еліпсом – початок та кінець алгоритму.

Розглянемо алгоритм роботи основної програми у вигляді блок-схеми зображеної на рисунку 4.1.

Вона складається з наступних функціональних блоків:

- Формування та виведення інтерфейсу планування мережі.
- Запит планування.
- Виведення наявного апаратного обладнання.
- Підпрограма планування мережі.
- Виведення результатів планування.
- Запит статистики.
- Моніторинг стану серверів.
- Збереження результатів у БД.
- Виведення результатів моніторингу.
- Запит даних навантаження.
- Формування звіту статистики запиту.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

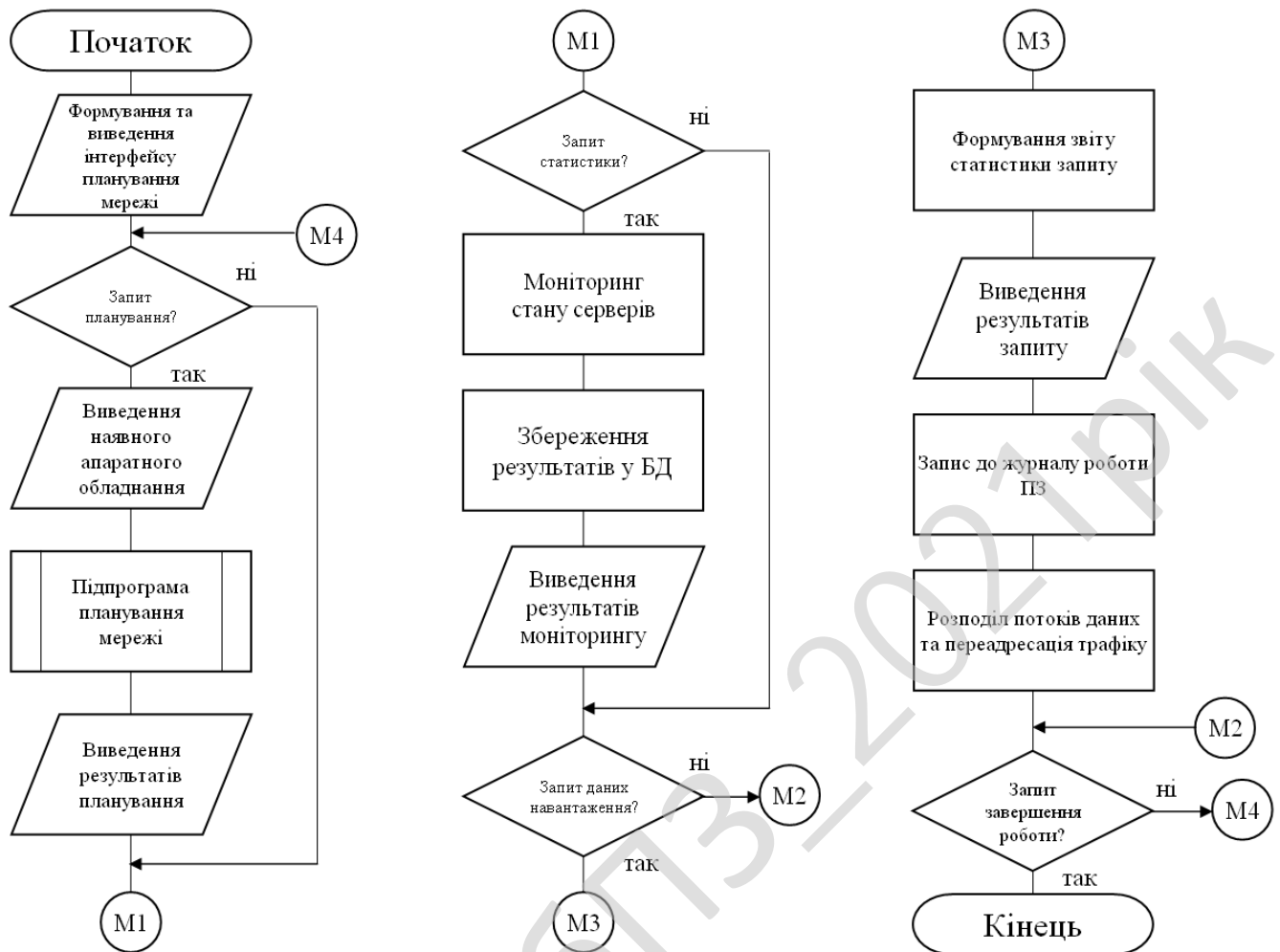


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

- Виведення результатів запиту.
- Запис до журналу роботи ПЗ.
- Розподіл потоків даних та переадресація трафіку.
- Запит завершення роботи.

На рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми з наступними функціональними блоками:

- Ініціалізація ресурсів вікна планування мережі.
- Запит редагування.
- Редагування таблиці відстаней мережі.
- Пошук найкоротшого шляху за допомогою підходів Дейкстри.

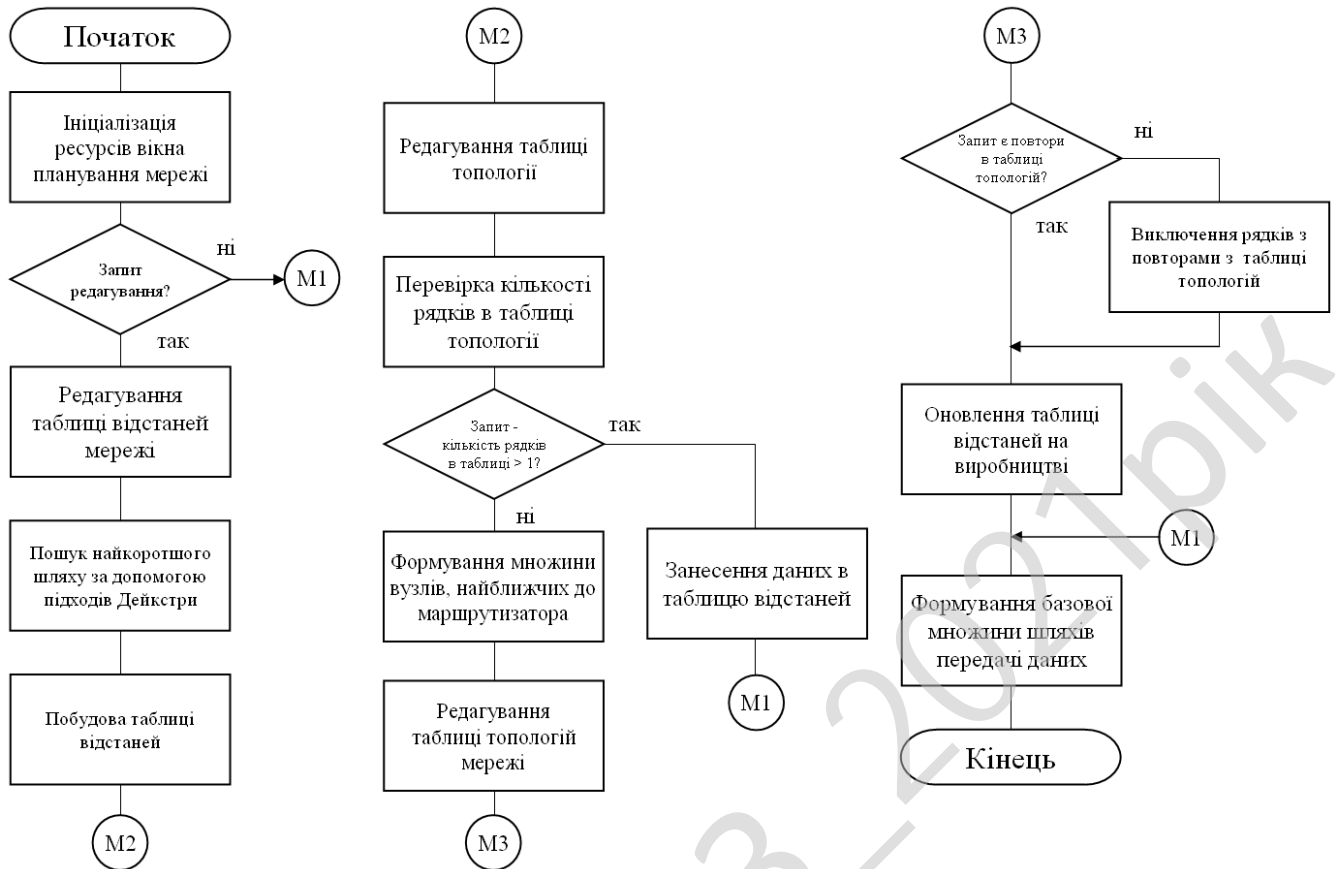


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

- Побудова таблиці відстаней.
- Редагування таблиці топології.
- Перевірка кількості рядків в таблиці топології.
- Запит – кількість рядків в таблиці.
- Формування множини вузлів, найближчих до маршрутизатора.
- Редагування таблиці топологій мережі.
- Запит є повтори в таблиці топологій.
- Виключення рядків з повторами з таблиці топологій.
- Оновлення таблиці відстаней на виробництві.
- Формування базової множини шляхів передачі даних.

Розглянемо вихідний код одного з модулів системи він призначений для аналізу і підрахунку трафіку що передається по локальній мережі при з'єднанні з глобальною мережею Інтернет. Вихідний код модулю:

```
// Назва модулю
unit MF;
interface // інтерфейс
uses // підключення
Windows, Graphics, ExtCtrls, Controls, StdCtrls, Buttons, Tabs,
ComCtrls, Classes, SysUtils, Forms, dialogs, TrafficUnit,
IPHelper, IPHLAPI, ShellAPI;
Type // типи
TZ = class(TForm)
    pnlMain: TPanel;
    pnlBottom: TPanel;
    pc: TPageControl;
    tsAbout: TTabSheet;
    tsTraffic: TTabSheet;
    ExitButton: TButton;
    TrafficTabs: TTabSet;
    GroupBox: TGroupBox;
    ledAdapterDescription: TLabeledEdit;
    UnFreezeButton: TBitBtn;
    FreezeButton: TBitBtn;
    ClearCountersButton: TBitBtn;
    ledMACAddress: TLabeledEdit;
    gbIN: TGroupBox;
    ledOctInSec: TLabeledEdit;
    ledAvgINSec: TLabeledEdit;
    ledPeakINSec: TLabeledEdit;
    ledTotalIN: TLabeledEdit;
    gbOUT: TGroupBox;
    ledOctOUTSec: TLabeledEdit;
    ledAvgOUTSec: TLabeledEdit;
    ledPeakOUTSec: TLabeledEdit;
    ledTotalOUT: TLabeledEdit;
    Timer: TTimer;
    gbTime: TGroupBox;
    ledStartedAt: TLabeledEdit;
    ledActiveFor: TLabeledEdit;
    RemoveInactiveButton: TBitBtn;
    StatusText: TStaticText;
```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ

Арк.

52

```

cbOnTop: TCheckBox;
Panel3: TPanel;
ProductName: TLabel;
lblURL: TLabel;
Label3: TLabel;
ProgramIcon: TImage;
StaticText1: TStaticText;
ledSpeed: TLabeledEdit;
procedure TimerTimer(Sender: TObject);
procedure ClearCountersButtonClick(Sender: TObject);
procedure cbOnTopClick(Sender: TObject);
procedure FormDestroy(Sender: TObject);
procedure TrafficTabsChange(Sender: TObject; NewTab: Integer;
                             var AllowChange: Boolean);
procedure ExitButtonClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure FreezeButtonClick(Sender: TObject);
procedure UnFreezeButtonClick(Sender: TObject);
procedure RemoveInactiveButtonClick(Sender: TObject);
procedure lblURLClick(Sender: TObject);
procedure StaticText1Click(Sender: TObject);
procedure pcChange(Sender: TObject);
procedure ledAdapterDescriptionChange(Sender: TObject);
private
  procedure HandleNewAdapter(ATraffic : TTraffic);
  procedure HandleFreeze(ATraffic : TTraffic);
  procedure HandleUnFreeze(ATraffic : TTraffic);
  function LocateTraffic(AdapterIndex : DWord) : TTraffic;
  procedure ProcessMIBData;
  procedure ClearDisplay;
  procedure RefreshDisplay;
public
end;

var // підключені модулі
    MainForm: TZ;
    ActiveTraffic : TTraffic;

Implementation // реалізація
{$R *.dfm}

```

```

procedure TZ.ClearDisplay; // очистка даних
var
  j:integer;
begin
  TrafficTabs.Tabs.Clear;
  StatusText.Caption:='';
  for j:=0 to GroupBox.ControlCount-1 do
    begin
      if GroupBox.Controls[j] is TCustomEdit
      then TCustomEdit(GroupBox.Controls[j]).Text:='';
    end;
  end;

  // Процедура циклічна таймера
  procedure TZ.TimerTimer(Sender: TObject);
  begin
    Timer.Enabled:=false;
    ProcessMIBData;
    Timer.Enabled:=true;
  end;

  // очищення лічильника
  procedure TZ.ClearCountersButtonClick(Sender: TObject);
  begin
    ActiveTraffic.Reset;
    RefreshDisplay;
  end;

  // виділення форми - деконструктор
  procedure TZ.FormDestroy(Sender: TObject);
  var
    i: integer;
  begin
    Timer.OnTimer:=nil;
    ActiveTraffic:=nil;
    for i:=0 to -1+TrafficTabs.Tabs.Count do
      TrafficTabs.Tabs.Objects[i].Free;
    end;

    // зміни у підрахунку
    procedure TZ.TrafficTabsChange(Sender: TObject; NewTab: Integer; var
      AllowChange: Boolean);

  begin
    if NewTab=-1

```

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ

Арк.

54





```

begin
  ATraffic:=TTraffic.Create(MIBArr[i], HandleNewAdapter);
  ATraffic.Found:=true;
  ATraffic.OnFreeze:=HandleFreeze;
  ATraffic.OnUnFreeze:=HandleUnFreeze;
end;
end;
end;
// Mark not Found as Inactive
for i:=0 to -1+TrafficTabs.Tabs.Count do
  if not TTraffic(TrafficTabs.Tabs.Objects[i]).Found
  then TTraffic(TrafficTabs.Tabs.Objects[i]).MarkDisconnected;
RefreshDisplay;
end;
// пакет даних
function TZ.LocateTraffic(AdapterIndex : DWord): TTraffic;
var
  j: cardinal;
  ATraffic: TTraffic;
begin
  Result:=nil;
  if TrafficTabs.Tabs.Count=0
  then Exit;
  for j:= 0 to -1+TrafficTabs.Tabs.Count do
  begin
    ATraffic:=TTraffic(TrafficTabs.Tabs.Objects[j]);
    if ATraffic.InterfaceIndex=AdapterIndex
    then
      begin
        Result:=ATraffic;
        Result.Found:=true;
        Break;
      end;
    end;
  end;
  end;
  // отримання списку адаптерів
procedure TZ.HandleNewAdapter(ATraffic: TTraffic);
begin
  // add adapter
  TrafficTabs.Tabs.AddObject(ATraffic.IP, ATraffic);
  // select it
  TrafficTabs.TabIndex:=-1+TrafficTabs.Tabs.Count;

```

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

```

end;
// пауза
procedure TZ.FreezeButtonClick(Sender: TObject);
begin
    ActiveTraffic.Freeze;
end;
// початок підрахутку
procedure TZ.UnFreezeButtonClick(Sender: TObject);
begin
    ActiveTraffic.UnFreeze;
end;
// видалення
procedure TZ.RemoveInactiveButtonClick(Sender: TObject);
begin
    if not ActiveTraffic.Connected
    then
//just checking
    begin
        ActiveTraffic.Free;
        ActiveTraffic:=nil;
        TrafficTabs.Tabs.Delete(TrafficTabs.TabIndex);
        TrafficTabs.SelectNext(False);
    end;
    RefreshDisplay;
end;
end.

```

Розглянемо Jira – була використана комерційна система відслідковування помилок, призначена для організації взаємодії з користувачами, хоча в деяких випадках використовується і для управління проектами. Розроблено компанією Atlassian, є одним з двох її основних продуктів (поряд з вікі -системою Confluence). Має веб-інтерфейс.

Назва системи отримано шляхом усічення слова «Gojira» – Японського імені монстра Годзилла, що, в свою чергу, є відсиланням до назви конкуруючого продукту – Bugzilla; створювалася в якості заміни Bugzilla і багато в чому повторює її архітектуру. Система дозволяє працювати з декількома проектами. Для кожного з проектів створює і веде схеми безпеки і схеми оповіщення.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

До версії 3.13.5 (включно) розрізнялися редакції Enterprise, Professional і Standard, після – Залишилася тільки редакція Enterprise (для великих організацій).

Система заснована на Java EE і працює на кількох популярних системах управління базами даних і операційних системах.

Основний елемент обліку в системі – завдання (ticket або issue). Завдання містить назву проекту, тему, тип, пріоритет, компоненти і зміст. Завдання може бути розширена додатковими полями (також і нові призначені для користувача поля можуть бути визначені), додатками (наприклад – Фотографіями, скріншотами) або коментарями. Завдання може редагуватися або просто змінювати статус, наприклад, з «відкритий» в «закритий». Які переходи між станами можливі, визначається через настраюється потік операцій. Будь-які зміни в задачі записуються в журнал.

Jira має велику кількість можливостей конфігурації: для кожної програми може бути визначений окремий тип завдання з власним workflow, набором статусів, одним або декількома видами уявлення (screens). Крім того, за допомогою так званих «схем» можна визначити для кожного індивідуального Jira-проекту власні права доступу, поведінку і видимість полів і багато іншого.

Завдяки універсальному підходу можна пристосувати Jira для багатьох непрофільних завдань, наприклад, керування вимогами, керування ризиками, аж до реалізації невеликої системи бронювання, автоматизації процесу рекрутингу.

Для інтеграції з зовнішніми системами підтримує інтерфейси SOAP, XML-RPC і REST. Поставляється із засобами інтеграції з такими системами управління версіями, як Subversion, CVS, Git, Clearcase, Team Foundation Server, Mercurial і Perforce.

Існують доповнення, що дозволяють вбудувати Jira в інтегровані середовища розробки, в тому числі Eclipse і IntelliJ IDEA. Перекладена багатьма мовами, включаючи російську, англійську, японську, німецьку, французьку, іспанську.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59



– Американська V-Model (VEE) була розроблена національною радою з системної інженерії (міжнародна – з 1995 року) для супутникових систем, включаючи обладнання, програмне забезпечення та взаємодію з користувачами.

Сучасною версією V-Model є V-Model XT, яка була затверджена в лютому 2005 року. V-модель використовується для управління процесом розробки програмного забезпечення для німецької федеральної адміністрації.

Зараз вона є стандартом для німецьких урядових і оборонних проєктів, а також для виробників ПЗ в Німеччині. V-Model являє собою скоріше набір стандартів у галузі проєктів, що стосуються розробки нових продуктів. Ця модель багато в чому схожа з Prince2 і описує методи як для проєктного управління, так і для системного розвитку.

### **Основні принципи**

Основний принцип V-подібної моделі полягає в тому, що деталізація проєкту зростає при русі зліва направо, одночасно з плином часу, і ні те, ні інше не може повернути назад. Ітерації в проєкті виробляються по горизонталі, між лівою і правою сторонами літери.

Стосовно до розробки інформаційних систем V-Model – варіація каскадної моделі, в якій завдання розробки йдуть зверху вниз по лівій стороні букви V, а завдання тестування – вгору по правій стороні букви V. Усередині V проводяться горизонтальні лінії, що показують, як результати кожної з фаз розробки впливають на розвиток системи тестування на кожній із фаз тестування.

Модель базується на тому, що прийнятно-здавальні випробування ґрунтуються, насамперед, на вимогах, системне тестування – на вимогах та архітектурі, комплексне тестування – на вимогах, архітектурі та інтерфейсах, а компонентне тестування – на вимогах, архітектурі, інтерфейсах та алгоритмах

### **Цілі**

V-модель забезпечує підтримку у плануванні та реалізації проєкту. В ході проєкту ставляться такі завдання:

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

1. Мінімізація ризиків: V-подібна модель робить проект більш прозорим і підвищує якість контролю проекту шляхом стандартизації проміжних цілей і опису відповідних їм результатів та відповідальних осіб. Це дозволяє виявляти відхилення в проекті і ризики на ранніх стадіях і покращує якість управління проектом.

2. Підвищення та гарантії якості: V-Model – стандартизована модель розробки, що дозволяє домогтися від проекту результатів бажаної якості. Проміжні результати можуть бути перевірені на ранніх стадіях. Універсальне документування полегшує читаність, зрозумілість та контрольованість.

3. Зменшення загальної вартості проекту: Ресурси на розробку, виробництво, управління і підтримку можуть бути заздалегідь прораховані та проконтрольовані. Отримувані результати також універсальні і легко прогнозуються. Це зменшує витрати на подальші стадії та проекти.

4. Підвищення якості комунікації між учасниками проекту: Універсальний опис усіх елементів та умов полегшує взаєморозуміння всіх учасників проекту. Таким чином, зменшуються неточності у розумінні між користувачем, покупцем, постачальником і розробником.

Переваги:

– Користувачі V-Model беруть участь у розробці та підтримці V-моделі. Комітет з контролю за змінами підтримує проект і збирається раз на рік для обробки всіх отриманих запитів на внесення змін до V-Model.

– На старті будь-якого проекту V-подібна модель може бути адаптована під цей проект, так як ця модель не залежить від типів організацій та проектів.

– V-model дозволяє розбити діяльність на окремі кроки, кожен з яких буде включати в себе необхідні для нього дії, інструкції до них, рекомендації та докладне пояснення діяльності.

Обмеження. Наступні моменти не враховуються в V-моделі, але можуть бути розглянуті окремо, або можливо адаптувати модель під них:

– Не регулюється розміщення контрактів на обслуговування.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

– Організація і виконання управління, обслуговування, ремонту та утилізації системи не враховуються в V-моделі. Однак, планування і підготовка до цих операцій моделлю розглядаються.

– V-подібна модель більше стосується розробки програмного забезпечення в проекті, ніж всієї організації процесу.

#### **Переваги:**

– У моделі особливе значення надається плануванню, спрямованому на верифікацію та атестацію розроблювального продукту на ранніх стадіях його розробки. Фаза модульного тестування підтверджує правильність деталізованого проектування. Фази інтеграції та тестування реалізують архітектурне проектування або проектування на вищому рівні. Фаза тестування системи підтверджує правильність виконання етапу вимог до продукту і його специфікації.

– У моделі передбачені атестація та верифікація всіх зовнішніх і внутрішніх отриманих даних, а не тільки самого програмного продукту.

– У V-подібної моделі визначення вимог виконується перед розробкою проекту системи, а проектування ПО – перед розробкою компонентів.

– Модель визначає продукти, які повинні бути отримані в результаті процесу розробки, причому кожен отриманий дані повинні піддаватися тестуванню.

– Завдяки моделі менеджери проекту можуть відслідковувати хід процесу розробки, так як в даному випадку цілком можливо скористатися тимчасовою шкалою, а завершення кожної фази є контрольною точкою.

#### **Недоліки:**

– Модель не передбачає роботу з паралельними подіями.

– У моделі не передбачено внесення вимоги динамічних змін на різних етапах життєвого циклу.

– Тестування вимог в життєвому циклі відбувається занадто пізно, внаслідок чого неможливо внести змін, не вплинувши при цьому на графік виконання проекту.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- У модель не входять дії, спрямовані на аналіз ризиків.
- Деякий результат можна отримати тільки при досягненні низу букви V.

#### 4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Для захисту розробленого програмного забезпечення запропоновано використовувати алгоритм ММВ, в основі якого лежить змішування операцій різних алгебраїчних груп. ММВ – ітеративний алгоритм, що складається з лінійних дій (XOR і використання ключа) і паралельного застосування чотирьох великих оборотних нелінійних підстановок. Ці підстановки визначаються за допомогою множення по модулю  $2^{32}-1$  з постійними множниками. У підсумку з'являється алгоритм, що використовує 128-бітовий ключ і 128-бітовий блок.

Алгоритм ММВ оперує 32-бітовими підблоками тексту  $(x_0, x_1, x_2, x_3)$  і 32-бітовими підблоками ключу  $(k_0, k_1, k_2, k_3)$ . Це спрощує реалізацію алгоритму на сучасних 64-бітових процесорах. Чергуючись із операцією XOR, шість разів використовується нелінійна функція  $f$ . Запишемо операції алгоритму (всі операції з індексами виконуються по модулю 4):

$$x_i = x_i \oplus k_i \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+1} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+2} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_i \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+1} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

$$x_i = x_i \oplus k_{i+2} \text{ для } i = 0..3$$

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3)$$

Функція  $f$  виконується в три кроки:

1.  $x_i = c_i * x_i$  для  $i = 0..3$  (Якщо на вході множення одні одиниці, то на виході – теж одні одиниці).

2. Якщо молодший значущий біт  $x_0 = 1$ , то  $x_0 = x_0 \oplus C$ . Якщо молодший значущий байт  $x_3 = 0$ , то  $x_3 = x_3 \oplus C$ .

3.  $x_i = x_{i-1} \oplus x_i \oplus x_{i+1}$  для  $i = 0..3$ .

Всі операції з індексами виконуються по модулю 4. Операція множення на кроці 1 виконується по модулі  $2^{32}-1$ . Спеціальний випадок для даного алгоритму: якщо другий операнд дорівнює  $2^{32}-1$ , результат теж дорівнює  $2^{32}-1$ . В алгоритмі використовуються наступні константи:

$$C = 2\text{aaaaaaa}, c_0 = 025\text{flcdb}, c_1 = 2 * c_0, c_2 = 2^3 * c_0, c_3 = 2^7 * c_0.$$

Константа  $C$  – «найпростіша» константа без кругової симетрії, високою трійковою вагою й нульовим молодшим значущим бітом. У константи  $c_0$  є інші особливі характеристики. Константи  $c_1$ ,  $c_2$  і  $c_3$  – зрушені версії  $c_0$ , і сл ужать для запобігання атак, заснованих на симетрії.

Розшифрування виконується у зворотному порядку, Етапи 2 і 3 інверсні їм самим. На етапі 1 замість  $c_i$  використовується  $c_i^{-1}$ . Значення  $c_0^{-1} = 0\text{dad4694}$ .

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## 5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Програма має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який зображений на рисунку 5.1. З рисунку головного вікна можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

- Верхнього меню: Файл; Налаштування; Довідка.
- Функціональних кнопок ПЗ: Ok; Cancel; Apply.
- Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.
- Розділу обрання групи: General; Wireless; WDS; Status; Traffic.
- Впливаючого вікна виведення результату роботи системи.

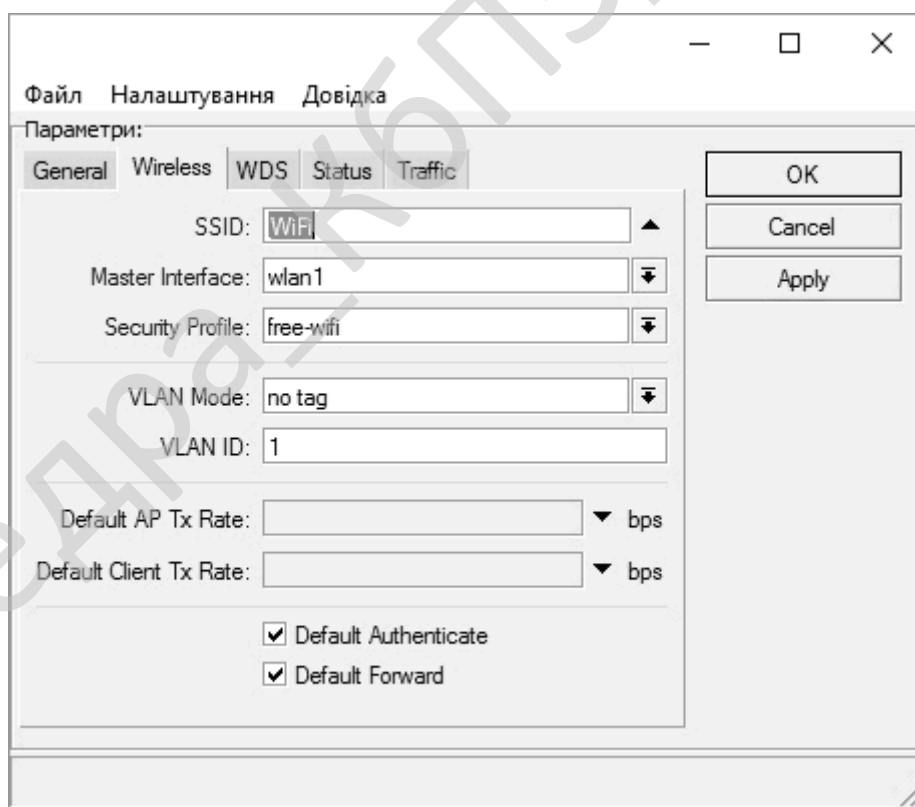


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення. Розроблена програма має дуже простий і зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий. Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

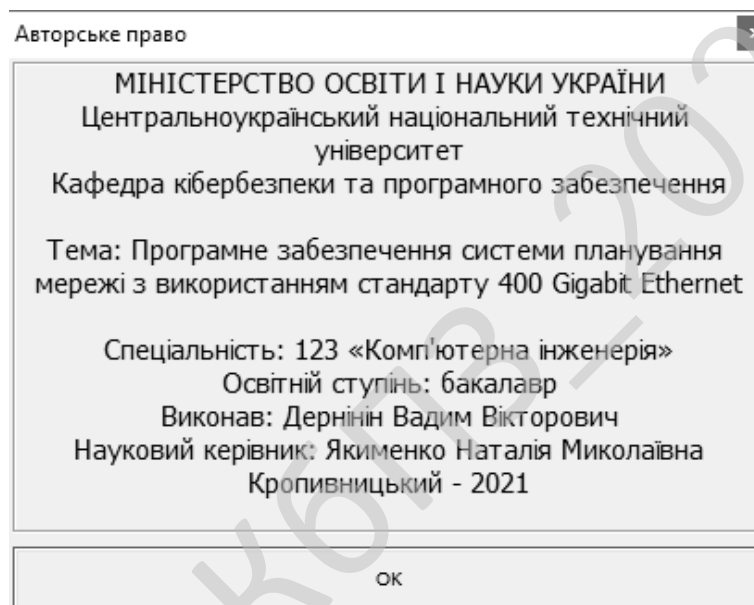


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.



зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм ММВ.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

					КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Руководство по технологиям объединенных сетей. 4-е изд. / пер.с англ. и ред. А.Н. Крикуна – М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. – 1040 с.
2. Свами М.Н., Тхуласираман К. Графы, сети и алгоритмы: пер. с англ. / М.Н. Свами, К. Тхуласираман; под ред. В.А. Горбатова. – М.: Мир, 1984. – 454 с.
3. Семенов А.Б. Структурированные кабельные системы / А.Б. Семенов, С.К. Стрижаков, И.Р. Сунчелей – 3-е изд. – М.: “Компьютер-Пресс”, 2001. – 608с.
4. Семенов А. Д. Идентификация объектов управления: Учебн. Пособие / А.Д.Семенов, Д.В.Артамонов, А.В.Брюхачев – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003.- 211 с.
5. Семенов С.Г. Анализ методов прогнозирования в телекоммуникационных сетях автоматизированных систем управления / С.Г.Семенов // Збірник наукових праць «Системи управління, навігації та зв'язку», – К.:ЦНДІ навігації і управління, – 2008.-Вип. 2(6) .- С.134-137
6. Семенов С.Г. Математическая модель процесса доставки информационных пакетов в компьютерной сети системы критического применения / С.Г.Семенов, И.В.Ильина // Науково-технічний журнал «Радіоелектронні і комп'ютерні системи» Х.:ХАІ, – 2008.-Вип. 1(28) – С.162-165
7. Семенов С.Г. Оптимизация трафика на основе сбалансированной загрузки информационно-телекоммуникационной сети // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – № 8(36). – С.206-210
8. Семенов С.Г. Сравнительные исследования методов идентификации трафика в телекоммуникационной сети для повышения оперативности передачи данных / С.Г.Семенов, Е.В.Мелешко // Науково-технічний журнал "Прикладная радиоэлектроника" Том 9 №3. – Х: ХНУРЕ. – 2010. – С.444-448.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

9. Семенов С.Г. Сравнительные исследования и анализ алгоритмов управления очередями в многопротокольных узлах связи телекоммуникационной сети / С.Г.Семенов, Е.В.Мелешко, В.В.Босько // «Новітні технології – для захисту повітряного простору» Матеріали щостої наукової конференції 14-15 квітня. – Х: ХУПС, 2010.– С.132.

10. Semenov S. The method of processing and identification of telecommunication traffic based on BDS-tests / S. Semenov, A.Smirnov., E.Meleshko // The book of materials International Conference «Statistical Methods of Signal and Data Processing (SMSDP-2010)» –Kiev, Ukraine, National Aviation University “NAU-Druk” Publishing House, October 13-14, 2010. – С.166-168. – engl.

11. Семенов Ю.А. Сети Интернет. Архитектура и протоколы / Ю.А. Семенов. – М.: Блик плюс, 1998. – 424 с.

12. Смирнов А.А. Разработка методики оценки среднего времени обслуживания информационных пакетов в телекоммуникационной сети / А.А.Смирнов, В.В.Босько, Е.В.Мелешко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Київ: ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління», 2009. – Вип. 2(10). – С.162-165.

13. Смирнов А.А. Анализ и сравнительное исследование перспективных направлений развития цифровых телекоммуникационных систем и сетей / А.А.Смирнов, В.В.Босько, Е.В.Мелешко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2008. – Вип.7(74). – С.120-123.

14. Смирнов А.А. Усовершенствование метода управления очередями в многопротокольных узлах телекоммуникационной сети / А.А.Смирнов, Е.В.Мелешко // Збірник тез та доповідей другої всеукраїнської науково-практичної конференції «Системний аналіз. Інформатика. Управління». Запоріжжя. Тези доповідей. Запоріжжя: КПУ, 2011. – 193-195 с.

15. Современные телекоммуникации. Технологии и экономика / [В.Л. Банкет, О.В. Бондаренко, П.П. Воробьенко и др.]; под ред. С.А. Довгого. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 320 с.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

16. Столлингс В. Современные компьютерные сети / Вильям Столлингс.– СПб.: Питер, 2003. – 778 с.
17. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон.– М.: Техносфера, 2004. – 368 с.
18. Таненбаум Э. Компьютерные сети / Эндрю Таненбаум; пер. с англ. А. Леонтьев. – СПб.: Питер, 2002. – 848 с.
19. Телекоммуникационные системы и сети: учебное пособие. В 3 томах / [В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев]; под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005, т. 3 – 592 с.
20. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети / Дж. Уолрэнд. – М.: Постмаркет, 2001. – 480 с.
21. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин.– М.:Вильямс, 2006. – 1103 с.
22. Хаусли Т. Системы передачи и телеобработки данных: пер. с англ. / Т. Хаусли; под ред. Ю.М. Мартынова. – М.: Радио и связь, 1994. – 452 с.
23. Чернявский Г.М. Новые технологии в спутниковых системах / Г.М. Чернявский // Информационные технологии и вычислительные системы. – М.: Институт микропроцессорных вычислительных систем РАН, 2005. – Вып.1 – С. 3 – 11.
24. Шелевицкий І.В. Методи та засоби сплайн-технології обробки сигналів складної форм / І.В. Шелевицкий– Кривий Ріг: Європейський університет, 2002. – 304 с.
25. Шелухин О.И. Фрактальные процессы в телекоммуникациях: моногр. / О.И. Шелухин, А.М. Тенякшев, А.В. Осин – М.: Радиотехника, 2003. – 480 с.
- A. Desrochers, S. Mohseni On determining the structure of non-linear systems // Int. J. Control. 1984. V. 40. N 5. – P. 923-938.
- A. Elwalid, D. Mitra, I. Saniee, and I. Widjaja. Routing and Protection in GMPLS Networks: From Shortest Paths to Optimized Designs // Journal of lightwave technology. –

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

2003. – №21(11), P. 2828-28-38.

26. A.B. Bagula, M. Botha, and A.E Krzesinski. Online Traffic Engineering: The Least Interference Optimization Algorithm // IEEE Communications Society – 2004, P. 1232-1236.

27. An Chen, Albert Kai-Sun Wong, and Chin-Tau Lea, Senior Member. Routing and Time-Slot Assignment in Optical TDM Networks // IEEE Journal on selected areas in communications. – 2004. – №22(9), P. 1648-1657.

28. Andrew B. Kahng, Stefanus Mantik, and Dirk Stroobandt Toward Accurate Models of Achievable Routing // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. – 2001. – №20(5), P. 648-659.

29. Anees Shaikh, Jennifer Rexford, and Kang G. Shin. Evaluating the Impact of Stale Link State on Quality-of-Service Routing // IEEE/ACM Transactions on Networking. – 2001. – №9(2), P. 162-176.

30. Basabi Chakraborty. Simultaneous Search for Multiple Routes using Genetic Algorithm / IEEE International Conference on Computational Intelligence for Measurement System and Applications Boston, MA, USA, 14-16, July 2004, P. 77-80/

B. LeBaron "A Fast Algorithm for the BDS Statistic", Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics. 1997. Vol. 2. No. 2. P. 53-59.

C. Barakat, E. Altman, and W. Dabbous. On TCP performance in a heterogeneous network: a survey // IEEE Communications Magazine. – 2000. – №38(1). – P. 40 – 46.

D. Casetti, R. Lo Cigno, M. Mellia, M. Munafo. A New Class of QoS Routing Strategies Based on Network Graph Reduction // Proceedings of IEEE INFOCOM. – 2002, P.715-722.

31. Chiara Francalanci and Paolo Giacomazzi. High-Performance Self-Routing Algorithm for Multiprocessor Systems with Shuffle Interconnections // IEEE Transactions on parallel and distributed systems. – 2006. – №1, P. 38-50.

32. Chris Loeser, Andre Brinkmann, Ulrich Ruckert. Distributed Path Selection (DPS) a Traffic Engineering Protocol for IP-Networks / Proceedings of the 37th



Management Research Group (SMRG) on Quality of Service (QoS) in the IP Network" // RFC-3387. September 2002

43. J.P Crutchfield., B.S. McNamara Equations of motion from a data series // Complex Systems, 1987. V. 1. – P. 417-452.

44. J. K. J. Astrom, P. Eykhoff System Identification– A survey // Automatica. 1971. Vol. 7. № 2. – P. 123-162.

45. Ji Li and Kwan L. Yeung A Two-Step Approach to Restorable Dynamic QoS Routing // IEEE Communications Society. – 2004, P. 1166-1170.

46. Jianbin Wei and Cheng-Zhong Xu. Feedback Control Approaches for Quality of Service Guarantees in Web Servers // NAFIPS 2005. Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society – 2005. P. 700-705

47. Jiang Hu and Sachin S. Sapatnekar. A Timing-Constrained Simultaneous Global Routing Algorithm // IEEE Transactions on computer-aided design of integrated circuits and systems. – 2002. – №21(9), P. 1025-1036.

48. Joao Luis Sobrinho. Algebra and Algorithms for QoS Path Computation and Hop-by-Hop Routing in the Internet // IEEE/ACM Transactions on networking – 2002. – №10(4), P. 541-55.

49. Joo Young Hwang, Jun Song Kim, Sang Seok Lim, and Kyu Ho Park. A Fast Path Planning by Path Graph Optimization// IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-part a: systems and humans. – 2003. – №1, P. 121-128.

50. Jui-Fa Chen, Wei-Chuan Lin. A Message Interchange Protocol based on Routing Information Protocol in a Virtual World / Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'05) – 2005, P. 201-208.

51. Jun Wang, Klara Nahrstedt. Hop-by-Hop Routing Algorithms For Premium-class Traffic In DiffServ Networks // Proceedings of IEEE INFOCOM. – 2002, P. 705-714.

52. K.Tsakalis, P. Ionnou A new indirect adaptive schemes for time-varying plants // IEEE Trans. Autom. Control. 1990. Vol. AC-35. № 6. – P. 697-705.

					<b>КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ</b>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

53. K.S. Narendra, B. Kudva Stable adaptive schemes for system: identification and control // IEEE Trans. on Syst., Man and Cybern. 1974. Vol. SMC-4. № 6. – P. 542-560.

54. L.Ljung System Identification – Theory for the User. Prentice Hall, Upper Saddle River, N. J. 2nd edition, 1999. – 499 p.

55. Mohamed G. Gouda, Member, IEEE, and Marco Schneider. Maximizable Routing Metrics // IEEE/ACM Transactions on networking – 2003. – №11(4), P. 663-675.

Кафедра КБПЗ – 2021 рік

					КБР-123.21.0028.00.00.ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76