ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____
_____
(підпис) (ініціали, прізвище)
"___"_____20_ р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація телекомунікаційної мережі ПрАТ «Токмакський ковальсько-штампувальний завод»

Виконав: студент 4 курсу, групи ТКРп-17
(шифр групи)

спеціальності 172
телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Хорунжий Тарас Васильович
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник ст.викл.каф АТ Ступак Г.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації, електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

Захист відбувся_____
(дата)
з оцінкою _____
секретар ДЕК_____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація телекомунікаційної мережі ПрАТ «Токмакський ковальсько-штампувальний завод»

Виконав студент групи ТКРп-17 Т.В. Хорунжий
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник Г.В. Ступак
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій В.В. Поцепаєв
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти

_____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер Д.О.Жуковська
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації електроінженерії та радіоелектроніки
Кафедра автоматика та телекомунікації
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 172 телекомунікації та радіотехніка (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри
_____
/_____/
"____"
_____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Хорунжий Тарасу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація телекомунікаційної мережі ПрАТ «Токмакський ковальсько-штампувальний завод»
керівник роботи: Ступак Гліб Володимирович, ст. викл. каф. АТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом від "____" _____ року №

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2020р

3. Вихідні дані до роботи: матеріали курсового проектування, технологічної, виробничої та перед-дипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вибір способу організації мережі, аналіз кількості користувачів та розрахунок навантаження на телефонну і інформаційну мережі, моделювання роботи мережі в імітаційних пакетах

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): схема підприємства, топологічна схема, структурна та функціональна схеми, схема з'єднань, схема розподілу адресного простору

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження теми проекту	22.04.2020	
2	Аналіз об’єкту проектування	25.04.2020	
3	Розрахунок трафіка	30.04.2020	
4	Розробка структурної схеми	07.05.2020	
5	Функіональна схема, вибір протоколів	13.05.2020	
6	Апаратний синтез, вибір обладнання	18.05.2020	
7	IP-проектування	22.05.2020	
8	Моделювання роботи мережі	26.05.2020	
9	Охорона праці	28.05.2020	
10	Оформлення	31.05.2020	

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Лист зауважень

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Хорунжий Т.В.. Модернізація телекомунікаційної мережі ПрАТ «Токмакський ковальсько-штампувальний завод» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 172 телекомунікації та радіотехніка. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 99 сторінок, складається з вступу, 6 розділів, висновків, переліка використаних джерел з 9 найменувань, 13 рисунків, 10 таблиць.

У дипломній роботі виконується модернізація телкомунікаційної мережі ПрАТ «Токмакський ковальсько-штампувальний завод. Мережа надаватиме послуги доступу в Інтернет, телефонії, передачі телеметричних і технологічних дани та інші затребувані на телекомунікаційному ринку. В роботі прийняті основні проектні рішення, розрахований трафік, обране активне та пасивне устаткування, проведено моделювання роботи мережі та розподіл IP-адрес.

Ключові слова: МЕРЕЖА, ЗАВОД, ІНТЕРНЕТ, ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ТРАФІК, IP-АДРЕСА, ТЕЛЕФОНІЯ, УСТАТКУВАННЯ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ, МОДЕЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

СНД – співдружність незалежних держав;

ІЕЗ – інститут електрозварювання;

АТС – автоматична телефонна станція;

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа;

КБ – конструкторське бюро;

ПК – персональний комп’ютер;

ТА – телефонний апарат;

БД – база даних;

ТМЗК – телефонна мережа загального користування;

ГНН – година найбільшого навантаження;

УТП – управління технологічним процесом;

СКС – структурована кабельна система.

ВСТУП

Використання сучасних телекомунікаційних технологій є запорукою успіху в будь-якій сфері виробничої чи не виробничої діяльності людини. Розвиток сучасних технологій потребує від споживачів йти в ногу з тенденціями. Грамотно спроектована та якісно побудована мережа є запорукою успіху будь-якого підприємства, в тому числі і промислового. В якості об′єкту проектування виступає ПрАТ «ТКШЗ» .

Збільшення об'ємів і видів інформації, що передається у великій кількості територіально розподілених споживачів, призводить до стрімкого розвитку мережних технологій. В даний час особливу актуальність отримали мультисервісні мережі, що відкривають можливості використання високоякісних мережних сервісів: пакетної передачі голосу і відео, комутованого і високошвидкісного широкосмугового доступу в Інтернет, передачі даних з гарантованою якістю обслуговування.

Як показує аналіз сучасних розробок та рішень провідних фірм-виробників у сфері телекомунікацій, використання ієрархічних мультисервісних мереж, набуває популярності у більшості країн СНД та Західної Європи. Використання новітніх мережних технологій дозволяє підвищити ефективність бізнесу за рахунок надання широкого спектру послуг, а також зниження витрат на впровадження, експлуатацію та подальший розвиток мережі. Економічне обґрунтування використання мультисервісних мереж очевидне: вже на етапі проектування мережі закладаються рішення, що мінімізують інвестиції на подальшу її модернізацію.

Таким чином, агрегація телекомунікаційних мереж різного призначення в єдину мережну інфраструктуру стає однією з тенденцій розвитку та еволюції зв’язку у промисловості.

Метою даної роботи є розробка телекомунікаційної мережі для ПАТ «ТКШЗ», яка призначена для надання послуг користувачам. Під час проектування мережі адміністрації та заводу в цілому пропонується застосування ієрархічної структури, яка поєднує локальну обчислювальну мережу підприємства та телефонну мережу. В якості базової технології найвищого рівня, рівня ядра мережі, та рівня розподілу пропонується використання оптиковолоконних каналів зв′язку 1000 Base-Lx. При побудові мережі доступу буде використана технологія 100 Base-T, при побудові фізичних ліній прийнята концепція побудови СКС, що дозволяє побудувати універсальне фізичне середовище передачі як трафіку данних так і звичайного голосового трафіку. Також використання СКС дозволяє проводити безболісну модернізацію мережі те перехід на інші швидкісні редакції протоколів передачі даних.

Предмет – підприємство ПрАТ «ТКШЗ».

Об’єкт – телекомунікаційна мережа.

Методи дослідження – аналітичні методи, імітаційне моделювання.

Структура та обсяг роботи – 99 сторінок, 6 розділів, 9 найменувань джерел, 13 рисунків, 10 таблиць.

1 АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Характеристика підприємства, аналіз існуючої мережі та передумови розробки нової

В якості об’єкту проектування виступає підприємство ПрАТ «Токмакський ковальсько-штампувальний завож», великий завод в Україні, розташований в місті Токмак, Запорізької області. Чисельність працівників станом на 1 січня 2012 - 13 459 робітників. В додатку А на рисунках А.1 та А.2 показані плани території підприємства та заводоуправління.

Сучасний ПАТ «ТКШЗ» – науково-виробничий комплекс із повним циклом виробництва.

Існуюча телекомунікаційна мережа була побудована в середені 90-х років минулого сторіччя. Комп’ютерна мережа організована на базі технології Ethernet з використанням крученої пари третьої та п’ятої категорій, коаксіального кабелю. На сьогоднішній день максимальна швидкість передачі встановлена на рівні 10 Мбіт/с, в мережі наряду з некерованими комутаторами другого рівня використовуються морально застарілі концентратори, а на ділянках мережі, які перевищують довжину в 100 м, використовуються повторювачі. Слід відзначити, що на деяких ділянках мережі (навіть в рамках заводоуправління) присутнє явище нестабільності з’єднання та істотно великої затримки, що говорить про неможливість функціонування мережі в сучасних умовах.

Телефонна мережа побудована на базі двох телефонних станцій, перша станція – квазіелектронна АТС Корал, яка призначена для вирішення потреб системи телефонного зв’язку підприємства (163 абонента), друга –АТС-9 телефонна станція ємністю 5000 номерів, яка призначена для надання зв’язку підприємства Холдингу «ТКШЗ». Вихід на міську мережу АТС Коралл

виконується через устаткування АТС-9, яка в свою чергу підключена до АТС-43 ТМЗК міста Токмак.

Заміні підлягає устаткування АТС-Корал та внутрішня телефонна мережа підприємства у зв'язку з необхідністю введеня таких послуг як конференц-зв'язок на 20 осіб, послуга голосової пошти, call-центр.

Мережа, що буде розроблена, повинна забезпечувати наступне:

- ефективну роботу ЛОМ ПрАТ «ТКШЗ»;
- доступ до мережі віддалених користувачів, котрі розташовані за межами підприємства (наприклад з мережі Інтернтет);
- безпечний та захищений доступ до мережі Інтернет;
- інформаційну безпеку та захищеність ресурсів мережі.

Телекомунікаційна мережа повинна складатися з трьох підсистем:

- структурована кабельна система;
- активне устаткування комп'ютерної мережі;
- активне устаткування телефонної мережі.

1.2 Аналіз абонентського складу та визначення послуг в мережі

В додатку А, на рисунках А.1-5, наведений план підприємства та план заводоуправління. Як виходить з рисунка А.1 підприємство складається з 19 цехів та адміністративної будівлі. Загальна кількість співробітників на підприємстві складає майже 18000 осіб (зокрема адміністрація, ІТР, співробітники бухгалтерія та робітники). На рисунках А.2-5 наведений поверховий план адміністрації підприємства та план розташування уніфікованих робочих місць. Другий та третій поверхи представляють собою адміністративно-діловий сектор підприємство, на них розміщені правління, бухгалтерія, відділ маркетингу, рекламний відділ, відділ зовнішніх зв'язків та прес-центр. На першому та четвертому поверхах розташовані такі відділи як

проектний, технологічний, інженерний комплекс, КБ та інші. Кількість користувачів яким необхідно надання телекомунікаційних послуг наведена в таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 – Кількість користувачів в прив'язці до плану підприємства та адміністративної будівлі

Цех/поверх	Кількість ТА	Кількість ПК	Кількість серверів
Цех №1	8	5	
Цех №2	22	10	1
Цех №3	2	1	
Цех №4	10	10	1
Цех №5	15	10	
Цех №6	7	5	1
Цех №7	12	20	
Цех №8	4	2	
Цех №9	6	6	
Цех №10	12	8	1
Цех №11	12	10	
Цех №12	2	2	
Цех №13	1	1	
Цех №14	14	18	1
Цех №15	4	2	
Цех №16	20	25	1
Цех №17	1	1	
Цех №19	11	17	1
Цех №20	8	11	
Всього	171	164	7
Заводоуправління поверх №1	66	66	4
Заводоуправління поверх №2	59	59	
Заводоуправління поверх №3	81	81	
Заводоуправління поверх №4	86	86	
Всього	292	292	4
Разом	463	456	11

Як виходить з наведеної таблиці, загальна кількість телефонних апаратів, що повинні обслуговуватись на підприємстві, становить 463 (наразі існують 163 користувача), 456 одиниць комп'ютерної техніки та 11 серверів. Мережа, що проектується, повинна надавати послуги телефонного зв'язку та мережі передачі даних. Для зручності розрахунку трафіку та визначення

напрямів розподілення визначимо класи користувачів та типи послуг в мережі.

В мережі планується надавати наступні види послуг:

- доступ до мережі Інтернет;
- доступ до файлового серверу;
- доступ до серверу бази даних;
- доступ до серверу управління технологічним процесом;
- обмежений доступ до ресурсів телефонної мережі;
- необмежений доступ до ресурсів телефонної мережі.

В таблиці 1.2 визначимо класи користувачів та відповідне співвідношення послуг мережі.

Таблиця 1.2 – Визначення класів користувачів

Клас користувачів	Послуги
Клас А	необмежений доступ до ресурсів локальної та телефонної мереж
Клас Б	доступ до серверів управління технологічним процесом та серверу БД
Клас В	доступ до файлових серверів, серверів БД та необмежений доступ до ресурсів телефонної мережі
Клас Г	обмежений доступ до ресурсів телефонної мережі

В відповідності до обраних класів, та послуг що надаються телекомунікаційною мережею проілюструємо співвідношення послуг, класів користувачів та напрямки трафіку на інформаційній моделі.

Інформаційна модель взаємодії наведена на рисунку 1.1.

В відповідності до інформаційної моделі, навантаження може йти за декількома напрямками. Навантаження, що створюється користувачами послуг доступу до серверного устаткування замикається всередині відповідного вузла, або прямує до відповідного сервера, при цьому вихід на зовнішню мережу не утворюється. Навантаження на мережу Інтернет додається до локального трафіку за відповідними напрямками і визначає необхідну пропускну спроможність каналу в інтернет. Навантаження на

телефонну мережу також складається з двох типів – локального навантаження та навантаження що спрямоване до ТМЗК відповідною групою користувачів. Загальне навантаження, що повинно обслуговуватися станцією складається з сумарного навантаження від користувачів локальних послуг та користувачів з правом виходу на ТМЗК.

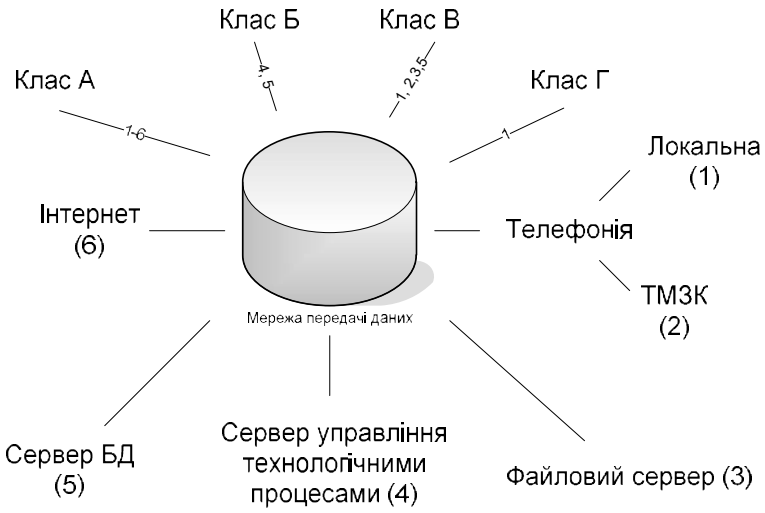

Рисунок 1.1 – Інформаційна модель взаємодії

В відповідності до визначених класів користувачів проведемо розподіл абонентів за кожним з вузлів в відповідності до класу. В таблиці 1.3 наведений розподіл користувачів за класами.

Таблиця 1.3 – Розподіл користувачів мережі за класами

Цех/поверх	Клас А	Клас Б	Клас В	Клас Г
1	2	3	4	5
Цех №1	1	4		7
Цех №2	1	8	1	20
Цех №3		1		2
Цех №4	1	1	8	1
Цех №5	1	7	2	12
Цех №6	1	3	1	5
Цех №7	1	19		11
Цех №8	1		1	2
Цех №9	1		5	
Цех №10	1	4	3	8
Цех №11	1	8	1	10

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
Цех №12	1	1		1
Цех №13	1			
Цех №14	1	14	3	10
Цех №15	1	1		3
Цех №16	1	20	4	15
Цех №17	1			
Цех №19	1	10	6	4
Цех №20	1	7	3	4
Заводоуправління поверх №1	16	20	30	20
Заводоуправління поверх №2	25		34	
Заводоуправління поверх №3	25	30	26	30
Заводоуправління поверх №4	35	30	21	30

Наведена таблиця стане в нагоді при проведенні IP-проектування, а саме створення списків доступу до тих чи інших мережних послуг та сервісів.

Для визначення трафіку відповідних послуг та напрямків його поширення, складемо таблицю 1.4, яка відбиватиме кількість користувачів тієї чи іншої послуги.

Таблиця 1.4 – Визначення кількості користувачів за відповідним послугами на вузлах мережі

Цех/поверх	Зовнішня телефонія	Локальна телефонія	Сервер управління	Сервер БД	Файловий сервер	Інтернет
1	2	3	4	5	6	7
Цех №1	1	7	5	5	1	1
Цех №2	2	20	9	10	2	1
Цех №3	0	2	1	1	0	0
Цех №4	9	1	2	10	9	1
Цех №5	3	12	8	10	3	1
Цех №6	2	5	4	5	2	1
Цех №7	1	11	20	20	1	1
Цех №8	2	2	1	2	2	1
Цех №9	6	0	1	6	6	1
Цех №10	4	8	5	8	4	1
Цех №11	2	10	9	10	2	1
Цех №12	1	1	2	2	1	1
Цех №13	1	0	1	1	1	1
Цех №14	4	10	15	18	4	1

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7
Цех №15	1	3	2	2	1	1
Цех №16	5	15	21	25	5	1
Цех №17	1	0	1	1	1	1
Цех №19	7	4	11	17	7	1
Цех №20	4	4	8	11	4	1
Заводоуправління поверх №1	46	20	36	66	46	16
Заводоуправління поверх №2	59	0	25	59	59	25
Заводоуправління поверх №3	51	30	55	81	51	25
Заводоуправління поверх №4	56	30	65	86	56	35
Всього	268	195	307	456	268	119

Розрахунок параметрів навантаження доцільно вести саме на підставі даних що зведені в таблиці 1.4, що пов’язано з можливістю точного визначенням рівня завантаженості тих чи інших каналів в мережі зв’язку.

1.3 Визначення навантаження на мережу

Для визначення навантаження на вузли мережі та на мережу в цілому, слід скористатися наступною методикою.

Виходячи з параметрів кожного виду послуг розраховується навантаження по кожному вузлу. Розрахунок трафіка ведеться згідно за формулою (1.1), яка має наступний вигляд:

$$\gamma_i^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} \qquad (1.1)$$

де k – номер мережної послуги;

i – номер вузла;

$\gamma_i^{(k)}$ – математичне очікування трафіка, який генерується *k*-ю послугою на *i*-му вузлі;

$B_{ср}^{(k)}$ – середня пропускна здатність каналу зв’язку, якої достатньо для якісної передачі трафіка *k*-ї послуги;

$N_{аб_i}^{(k)}$ – кількість абонентів на *i*-му вузлі, які користуються *k*-ю послугою;

$T_c^{(k)}$ – середня тривалість сеансу зв’язку для *k*-ї послуги;

$f_{викл_i}^{(k)}$ – середня кількість викликів у годину найбільшого навантаження для користувачів *i*-го вузла, які використовують *k*-у послугу.

Швидкість передачі даних $B_{ср}^{(k)}$ находиться за формулою (1.2):

$$B_{ср}^{(k)} = \frac{B_{\max}^{(k)}}{P^{(k)}} \tag{1.2}$$

де $B_{ср}^{(k)}$ – максимальна пропускна здатність каналу зв’язку;

$P^{(k)}$ – пачковість на одного абонента – відношення між максимальною та середньою пропускною здатністю, необхідною для забезпечення *k*-ї послуги; ця величина характеризує вибухоподібність трафіку.

Для проведення розрахунків необхідно задатися наступними параметрами широкомовних послуг:

- тривалість сеансу зв'язку;
- частота викликів в ГНН;
- максимальна швидкість;
- пачечність.

Послуга доступу до мережі Інтернет потребує швидкості 2 Мбіт/с для комфортної роботи та вебсерфінгу. Частота викликів даної послуги становить 2, тривалість сеансу зв’язку не перевищує 400с, пачечність встановлена на рівні 2, тобто швидкість доступу коливається в межах 1-2 Мбіт/с. Наведені

параметри цілком задовольняють середньостатистичного офісного працівника в послугі доступу до Інтернет.

Наступний вид послуги – доступ до серверів. Серверне устаткування представлене в мережі трьома різновидами:

- файловий сервер;
- сервер БД;
- сервер управління технологічними процесами.

Для кожного з серверів швидкість доступу клієнтських станцій або терміналів складатиме 10 Мбіт/с. Така величина пов’язана з необхідністю гарантованої доставки на високій швидкості. Пачечність для серверу БД та управління технологічним процесом становитиме 1. Такий вибір обґрунтований необхідністю 100 % доставки інформації вчасно. Для файлового серверу ця велична може складати 5, тому що при передачі файлів незначне коливання швидкості (зумовлене завантаженістю мережі) не має впливу на достовірність інформації, і як правило те, що передається на файловий сервер, не має критичного значення часу доставки. Виклики до сервера управління надходять кожні п’ять хвилин, тобто частота викликів в ГНН становить 12. Для серверу БД частота викликів встановлена на рівні 6 викликів, тобто в ГНН до нього звертаються співробітники один раз на 10 хвилин. Файловий сервер менш завантажений, кількість викликів в ГНН не перевищує 2. Тривалість зв’язку з сервером управління технологічними процесами встановлена на рівні 15 с, середня тривалість транзакції до серверу БД становить 100 с, середня тривалість передачі файлу об’ємом 50 Мбайт при швидкості 10 Мбіт/с та пачечності 5 становить 100 с.

Останній вид послуги – телефонія. В рамках дипломного проекту планується надання послуги IP-телефонія, таке рішення насамперед пов’язано з уніфікацією усіх робочих місць та з легкістю масштабування такої телефонної мережі. Існує два основних протоколи IP-телефонії – SIP та H.323 котрі мають однаковий набір кодеків компресії мови. Мовний кодек

який забезпечуватиме передачу мови на належному рівні – G.729. Необхідна пропускна здатність для даного кодеку з функцію VAD становить 12 Кбіт/с.

Пачечність для телефонії дорівнює одиниці, це пов’язано з жорсткою регламентацією швидкості відповідним обраним кодеком. Як виходить з таблиці 1.4, в мережі присутні два напрямки встановлення зв’язку – внутрішній та зовнішній. Середня тривалість сеансу зв’язку в рамках локальної мережі становить 120 с, кількість викликів в ГНН не перевищує 5. Середня тривалість сеансу зв’язку в випадку сеансу зовнішнього зв’язку становить 90 с, кількість викликів в ГНН не перевищує 2.

Подальший розрахунок параметрів навантаження будемо проводити на підставі узагальнених даних, що зведені до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Параметри трафіку інтерактивних служб

Тип трафіку	Служба	Максимальна швидкість	Пачечність	Тривалість сеансу зв'язку T_c, с	Частота викликів в ГНН
1	Зовнішня телефонія	0,0856	1	120	5
2	Локальна телефонія	0,0856	1	90	2
3	Сервер УТП	10,24	1	15	12
4	Сервер БД	10,24	1	100	6
5	Файловий сервер	10,24	5	100	2
6	Інтернет	2,048	2	400	2

В відповідності до таблиці 1.4 та 1.5 та наведених формул проведемо розрахунок навантаження для першого вузла за відповідними послугами:

– для першого типу трафіку:

$$\gamma_{1A}^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{абл}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл}^{(k)} = \frac{0{,}0856}{1} \cdot 1 \cdot 120 \cdot \frac{5}{3600} = 0{,}015 Mii/c;$$

– для другого типу трафіку:

$$\gamma_{1A}^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{абл}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл}^{(k)} = \frac{0.0856}{1} \cdot 7 \cdot 90 \cdot \frac{2}{3600} = 0{,}03 Mббі/c;$$

– для третього типу трафіку:

$$\gamma_{1A}^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{аб1}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл}^{(k)} = \frac{10,24}{1} \cdot 5 \cdot 15 \cdot \frac{12}{3600} = 2,56 Мбіт/с;$$

– для четвертого типу трафіку:

$$\gamma_{1A}^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{аб1}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл}^{(k)} = \frac{10,24}{1} \cdot 5 \cdot 100 \cdot \frac{6}{3600} = 8,5334 Мбіт/с;$$

– для п’ятого типу трафіку:

$$\gamma_{1A}^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{аб1}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл}^{(k)} = \frac{10,24}{5} \cdot 1 \cdot 100 \cdot \frac{2}{3600} = 0,1138 Мбіт/с;$$

– для шостого типу трафіку:

$$\gamma_{1A}^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{аб1}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл}^{(k)} = \frac{2,048}{2} \cdot 1 \cdot 400 \cdot \frac{2}{3600} = 0,2276 Мбіт/с;$$

Загальний трафік вузла становитиме суму трафіку кожної з послуг і складатиме – 11,4515 Мбіт/с.

В таблиці 1.5 зведемо розрахунки проведені для кожного вузла.

Таблиця 1.5 – Розрахунок трафіка за вузлами та напрямками

Цех/поверх	Зовнішня телефонія, Мбіт/с	Локальна телефонія, Мбіт/с	Сервер управління, Мбіт/с	Сервер БД, Мбіт/с	Файловий сервер, Мбіт/с	Інтернет, Мбіт/с	Загальне навантаження на вузел, Мбіт/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Цех №1	0,0357	0,0833	2,56	8,5334	0,1138	0,2276	11,5538
Цех №2	0,0714	0,2378	4,608	17,0667	0,2276	0,2276	22,4391
Цех №3	0	0,0238	0,512	1,7067	0	0	2,2425
Цех №4	0,321	0,0119	1,024	17,0667	1,024	0,2276	19,6752
Цех №5	0,107	0,1427	4,096	17,0667	0,3414	0,2276	21,9814
Цех №6	0,0714	0,0595	2,048	8,5334	0,2276	0,2276	11,1675
Цех №7	0,0357	0,1308	10,24	34,1334	0,1138	0,2276	44,8813
Цех №8	0,0714	0,0238	0,512	3,4134	0,2276	0,2276	4,4758
Цех №9	0,214	0	0,512	10,24	0,6827	0,2276	11,8763
Цех №10	0,1427	0,0952	2,56	13,6534	0,4552	0,2276	17,1341
Цех №11	0,0714	0,1189	4,608	17,0667	0,2276	0,2276	22,3202
Цех №12	0,0357	0,0119	1,024	3,4134	0,1138	0,2276	4,8264
Цех №13	0,0357	0	0,512	1,7067	0,1138	0,2276	2,5958
Цех №14	0,1427	0,1189	7,68	30,72	0,4552	0,2276	39,3444
Цех №15	0,0357	0,0357	1,024	3,4134	0,1138	0,2276	4,8502
Цех №16	0,1784	0,1784	10,752	42,6667	0,5689	0,2276	54,572
Цех №17	0,0357	0	0,512	1,7067	0,1138	0,2276	2,5958

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Цех №19	0,2497	0,0476	5,632	29,0134	0,7965	0,2276	35,9668
Цех №20	0,1427	0,0476	4,096	18,7734	0,4552	0,2276	23,7425
Заводоуправління поверх №1	1,6407	0,2378	18,432	112,64	5,2338	3,6409	141,8252
Заводоуправління поверх №2	2,1044	0	12,8	100,6934	6,7129	5,6889	127,9996
Заводоуправління поверх №3	1,819	0,3567	28,16	138,24	5,8027	5,6889	180,0673
Заводоуправління поверх №4	1,9974	0,3567	33,28	146,7734	6,3716	7,9645	196,7436
Всього, Мбіт/с	9,5595	2,319	157,184	778,241	30,4933	27,08	1004,877

Загальний трафік мережі становитиме суму трафіку кожної з послуг і складатиме – 1004,877 Мбіт/с. Проаналізувавши отримані дані та інформаційну модель слід сказати, що для надання послуг інтернет необхідна пропускна здатність зовнішнього каналу 27,08 Мбіт/с, в бік серверу БД необхідна пропускна здатність складає 778,241 Мбіт/с (майже 0,5 Гбіт/с потребує будівля заводоуправління), в бік серверу УТП – 157,184 Мбіт/с, в бік файлового серверу – 30,4933 Мбіт/с, для надання послуг телефонного зв’язку як локального так і з правом виходу до ТМЗК – 11,875 Мбіт/с.

Далі необхідно визначити кількість сполучних ліній з ТМЗК для надання послуг телефонного міського та міжміського зв’язку. Для цього необхідно скористатися таблицею Кендала-Башаріна для норми втрат 0,001 та визначеного навантаження що створюють абоненти. Розрахунок навантаження будемо проводити спираючись на наступне співвідношення (1.3):

$$Y = y \cdot N, \tag{1.3}$$

де Y – навантаження що створюють N абонентів;

y – питоме навантаження одного абонента підприємства.

Кількість абонентів з правом виходу до ТМЗК становить 268. Питоме навантаження y визначимо виходячи з наступних припущень:

- виходячи з середньої тривалості сеансу зв’язку 150 с, та частоти викликів 10 в ГНН, час заняття каналу становитиме 150с х 10викл= = 1500с;
- згідно з визначенням навантаження в 1 Ерл (1 Ерл дорівнює зайнятості канал зв’язку в одиницю часу) питоме абонентське навантаження становитиме 1500с / 3600с = 0,42 Ерл.

Виходячи з прийнятих припущень, навантаження на зовнішні з’єднувальні лінії становить $Y = y \cdot N = 0{,}42 * 268 = 112{,}56$ Ерл. Згідно з значенням норми втрат 0,001, кількість необхідних зовнішніх з’єднувальних ліній для надання послуг зв’язку становитиме 142 лінії.

1.5 Висновки

В якості об’єкту проектування виступає велике промислове підприємство ВАТ «ТКШЗ», що розташовано в місті Токмак, Запорізької області. Структурно підприємство складається з 19 виробничих ділянок та будівлі заводоуправління. На виробництві та в адміністративному сектторі задіяно 18 тис. осіб. Існуюча телекомунікаційна мережа підприємства є морально та фізично застарілою і потребує негайної заміни та розробки якісно нового рішення.

В рамках першої глави дипломного проекту був наданий стислий аналіз господарчої діяльності об’єкту проектування та визначені основні вимоги до мережі, що проектується. Проведений аналіз абонентського складу, по результатам якого було визначено, що загальна кількість телефонних апаратів, що повинні обслуговуватись на підприємстві, становить 463 (наразі існують 163 користувача), 456 одиниць комп’ютерної техніки та 11 серверів. Мережа що проектується повинна надавати послуги телефонного зв’язку та мережі передачі даних. Для зручності розрахунку трафіку та визначення напрямів розподілення навантаження визначені

чотири класи користувачів та відповідні ним типи послуг в мережі. На підставі класів та послуг була розроблена інформаційна модель взаємодії.

Виходячи з проведеного розподілу абонентського складу за послугами та класами був проведений розрахунок параметрів навантаження в телекомунікаційній мережі що проектується. Вихідними даними були наступні:

- кількість користувачів;
- тривалість сеансу зв'язку;
- частота викликів в ГНН;
- максимальна швидкість;
- пачечність.

В якості базової технології для надання послуг телефонії обрана технологія IP-телефонії.

В результаті проведеного розрахунку трафіку, загальний трафік мережі становитиме суму трафіку кожної з послуг і складатиме – 1004,877 Мбіт/с. Проаналізувавши отримані дані та інформаційну модель слід сказати, що для надання послуг інтернет необхідна пропускна здатність зовнішнього каналу 27,08 Мбіт/с, в бік серверу БД необхідна пропускна здатність складає 778,241 Мбіт/с (майже 0,5 Гбіт/с потребує будівля заводоуправління), в бік серверу УТП – 157,184 Мбіт/с, в бік файлового серверу – 30,4933 Мбіт/с, для надання послуг телефонного зв’язку як локального, так і з правом виходу до ТМЗК – 11,875 Мбіт/с.

Надалі необхідно було визначити кількість необхідних сполучних ліній з ТМЗК для надання послуг телефонного міського та міжміського зв’язку. Для цього була використана таблиця Кендала-Башаріна для норми втрат 0,001 та визначено навантаження, що створюють абоненти. Згідно з значенням отриманим навантаженням в 112,56 Ерл, кількість необхідних зовнішніх з’єднувальних ліній для надання послуг телефонного зв’язку склала 142 лінії.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ І ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ

Наведена глава буде присвячена вибору концепції побудови мережі, її топології, використовуваних технологій та типів каналів зв'язку.

2.1 Розробка топології мережі

Від вибору топології й типів каналів зв'язку істотно залежить багато характеристик мережі. Економічні міркування часто приводять до вибору топологій, для яких характерна мінімальна сумарна довжина ліній зв'язку, ал з практичної точки зору інколи доцільніше використовувати більш складну топологію, що пов’язано в першу чергу з необхідністю підвищення рівня надійності мережі.

Розрізняють повнозв′язні та неповнозв′язні топології. Повнозв′язна топологія відповідає мережі, у якій кожен вузол безпосередньо зв'язаний з усіма іншими. Незважаючи на логічну простоту, цей варіант є громіздким та неефективним. В мережі будуть використані топології з сімейства неповнозв’язних, до складу яких входять топологія кільце, зірка, дерево, подвійне кільце та інші.

Якщо уважно розглянути план підприємства та адміністративної будівлі, то можна зробити висновок, що топологія мережі що проектується буде складною, і складатися з топології зірка та кільце. Топологія зірка буде використана в рамках адміністративної будівлі, симбіоз топологій кільце, дерево та зірка буде використаний при побудові мережі між цехами та безпосередньо в цехах підприємства.

В додатку В, на рисунку В.1 наведена топологія мережі між цехами підприємства. В якості базової топології виступає кільце, центральним

елементом мережі є заводоуправління (18). До нього за топологією дерево підключені цехи (19) та (20). В топологію кільце об’єднані вузли (16), (8), (2) та (11), до яких підключені всі іншу вузли мережі за топологією кільце. В таблиці 2.1 наведена характеристика відстаней між цехами в відповідності до прийнятої топології.

Таблиця 2.1 – Характеристика відстаней між вузлами мережі

Напрямок		Відстань, м
Заводоуправління	Цех №19	442
	Цех №16	665
	Цех №11	864
Цех №19	Цех №20	227
Цех №11	Цех №12	203
	Цех №15	208
	Цех №13	395
	Цех №5	471
	Цех №2	1200
Цех №2	Цех №1	441
	Цех №3	224
	Цех №4	242
	Цех №8	745
Цех №8	Цех №6	197
	Цех №7	251
	Цех №9	120
	Цех №10	297
	Цех №16	753
Цех №16	Цех №14	226
	Цех №17	103
	Заводоуправління	671

2.2 Вибір технології побудови мережі

Глобально, мережу можна розділити на два підрівня, а саме мережа доступу й магістральна (транспортна) мережа. Під мережею доступу будемо розуміти мережу адміністративного комплексу й локальну мережу безпосередньо в кожному із цехів промислової частини об'єкта. Під магістральною мережею розуміється мережа, що зв'язує між собою

територіально-розподілені вузли об'єкта (цехи та інше, розташовані на деякій відстані від центрального вузла зв'язку підприємства). Основним критерієм при виборі технологій побудови мережі виступає навантаження на вузли та канали зв’язку. Загальне навантаження на мережу вцілому та окремі вузли розраховано в першій главі дипломного проекту, у відповідності до розробленої структурної, топологічної схеми, схеми інформаційної взаємодії та розподілу абонентського складу за класами та послугами (таблиці 1.3 та 1.4 першої глави дипломного проекту), визначимо навантаження на канали зв’язку та окремі вузли за напрямками, отримані результати зведемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результуюче навантаження за напрямками

Напрямок		Пропускна здатність ЛЗ, Мбіт/с	Трафік до локального серверу УТП, Мбіт/с
Заводоуправління	Цех №19	59,2901	102,4
	Цех №16	212,5343	
	Цех №11	212,5343	
	Цех №20	23,5789	
Цех №11	Цех №12	4,7855	11,264
	Цех №15	4,7888	
	Цех №13	2,5651	
	Цех №5	21,7667	
	Цех №2	212,5343	
Цех №2	Цех №1	11,4515	8,704
	Цех №3	2,2221	
	Цех №4	19,389	
	Цех №8	212,5343	
Цех №8	Цех №6	11,055	15,872
	Цех №7	44,7382	
	Цех №9	11,6923	
	Цех №10	16,9296	
	Цех №16	212,5343	
Цех №16	Цех №14	39,1195	18,944
	Цех №17	2,5651	
	Заводоуправління	212,5343	

2.2.1 Вибір технології побудови мережі доступу

Як згадувалося вище, мережа доступу припускає організацію доступу кінцевих користувачів до сервісів мережі. Пропускна здатність каналів мережі доступу має не перевищувати 100 Мбіт/с згідно з розрахунками проведеними в першій главі дипломного проекту.

На сьогоднішній день, існує велика кількість технологій, які дозволяють реалізовувати побудову мережі абонентського доступу зі швидкістю 100 Мбіт/с, серед них можна виділити наступні 100VG-AnyLan, сімейство технологій Ethernet, бездротові технології доступу. Найбільш перспективною технологією побудови мережі сьогодні є побудова мережі на базі сімейства протоколів Ethernet, хоча не варто списувати з рахунків і технології бездротового доступу, які можуть знайти застосування на об'єкті проектування.

На сьогоднішній день існує кілька різновидів мереж Ethernet, що відрізняються друг від друга швидкісними характеристиками й типами середовищ передачі. В основі сімейства технологій лежить метод доступу до середовища передачі даних, що називається методом колективного доступу із розпізнаванням несучої й виявленням колізій (carrier-sense-multiply-access with collision detection, CSMA/CD). Метод CSMA/CD визначає основні часові й логічні співвідношення, що гарантують коректну роботу всіх станцій у мережі:

1) між двома послідовно переданими по загальній шині кадрами інформації повинна витримуватися пауза в 9.6 мкс; ця пауза потрібна для приведення у вихідний стан мережних адаптерів вузлів, а також для запобігання монопольного захвату середовища передачі даних однією станцією;

2) при виявленні колізії (умови її виявлення залежать від застосовуваного фізичного середовища) станція видає в середовище спеціальну 32-х бітну послідовність, що підсилює явище колізії для більш надійного розпізнавання її всіма вузлами мережі;
3) після виявлення колізії кожен вузел, що передавав кадр і зіштовхнувся з колізією, після деякої затримки намагається повторно передати свій кадр. Вузел робить максимально 16 спроб передачі цього кадру інформації, після чого відмовляється від його передачі. Величина затримки вибирається як рівномірно розподілене випадкове число з інтервалу, довжина якого експоненціально збільшується з кожною спробою. Такий алгоритм вибору величини затримки знижує імовірність колізій і зменшує інтенсивність видачі кадрів у мережу при її високому завантаженні.

Швидкості, які підтримує дане сімейство технологій - 10, 100, 1000 й 10000 Мбіт/с. 10 мегабітна технологія Ethernet не представляє особливого інтересу, технології зі швидокстями 1 та 10 Гбіт/с мають надзвичайний невичерпний запас з пропускної здатності, який може бути не задіяним. З економічної точки зору, здрового глузду та практичної цінності найбільш прийнятною для розбудови рівня доступ є технологія Fast Ethernet.

2.2.2 Вибір технології побудови магістральної мережі

Магістраль – це одна з найбільш дорогих та важливих частин будь-якої мережі. З огляду на те, що через неї проходить значна частина трафіка мережі, її властивості позначаються практично на всіх сервісах корпоративної мережі, якими користуються кінцеві користувачі. При виборі технології побудови магістральної мережі необхідно спиратися на основну вимогу до нашої мережі - мультисервісність. Технологія визначається

використовуваними протоколами нижнього рівня, такими як Gigabit Ethernet, TokenRing, SDH, ATM та Frame Relay й істотно впливає на типи використовуваного в мережі комунікаційного встаткування.

На сьогоднішній день існує велика кількість мережних транспортних протоколів, які використовуються для побудови магістральних мереж. Серед них можна виділити ATM, Token Ring, SDH й Frame Relay. Дані протоколи є транспортними та орієнтовані на використання у великих магістральних мережах. Кожний із протоколів має свою власну топологію, різні швидкості передачі даних, відмінні способи взаємодії з QoS, мають гарантовану доставку пакетів і приоритизацію трафіка. Активне мережне устаткування для організації мережі на базі одного з вищевказаних протоколів є досить дорогим і не буде виправдано при впровадженні на об'єкті проектування. Варто звернути увагу на один з перспективнейших стандартів сьогодення, а саме Gigabyte Ethernet сімейства протоколів IEEE 802.3, саме ця швидкісна редакція відповідає вимогам до магістральних каналів зв’язку (таблиця 2.2).

Мережі Gigabit Ethernet сумісні з мережною інфраструктурою Ethernet й Fast Ethernet, але функціонують зі швидкістю в 10 разів більше ніж Fast Ethernet. Збільшення пропускної здатності дозволяє усувати «вузькі місця» мережі, які виникають при роботі прикладних програм, що вимагають великого збільшення трафіка, наприклад, при передачі мультимедійної інформації в реальному часі.

У мережі Gigabit Ethernet використовується керування трафіком, контроль перевантажень і забезпечення якості обслуговування. При цьому метод доступу до середовища здебільшого залишається CSMA/CD. У зв'язку з обмеженнями, що накладаються методом CSMA/CD на довжину кабелю, Gigabit Ethernet допускає довжину зв'язків до 100 метрів для фізичного середовища на кручений парі. Максимально припустима відстань між кінцевим вузлом і комутатором для фізичного середовища на оптоволокні - 500 метрів для багатомодового оптоволокна та 2 км для одномодового.

Для побудови магістрального сегменту мережі була обрана технологія Gigabit Ethernet, пропускна спроможність якої задовільняє розрахункам навантаження на мережу.

2.2.3 Вибір протоколу функціонування телефонної мережі

Стандарт VoIP формулює технічні вимоги для передачі аудіо- і відеоданих мережами передачі даних та містить у собі:

- стандарти на відео кодеки;
- стандарти на голосові кодеки;
- стандарти на загальнодоступні додатки;
- стандарти на керування викликами;
- стандарти на керування системою.

Всі протоколи VoIP поділяються на дві категорії: централізовані й розподілені. Централізовані моделі дотримуються архітектури клієнт/сервер, а розподілені засновані на взаємодії вузлів однорангової мережі. Всі технології VoIP використовують загальне середовище для передачі мови у вигляді пакетів RTP за протоколом IP, а також підтримують безліч кодеків для стиску даних. Різниця полягає в способі передачі сигналів і місці обслуговування логіки й режиму виклику: у кінцевих точках або на центральному сервері. В обох архітектурах є свої переваги та недоліки. Розподілені моделі добре масштабуються і є більш гнучкими (надійними), тому що в них відсутній центральний вузол, що може вийти з ладу. І навпаки, централізовані моделі керування викликами відрізняються більш простим керуванням і підтримкою традиційних додаткових послуг (таких, як конференції), але можуть мати обмеження з масштабованості, зумовлені потужністю центрального сервера.

Сьогодні в реальних мережах VoIP співіснують і конкурують між собою три основних сімейства протоколів – H.323, SIP і MGCP. Протоколи всіх трьох перерахованих сімейств регламентують керування мультимедіа-викликами й передачу медіа-трафику в IP-мережах, але при цьому реалізують три різні підходи до побудови систем телефонної сигналізації.

В таблиці 2.3 наведемо стислу порівняльну характеристику ключових протоколів IP-телефонії.

У цей час для побудови добре функціонуючих і сумісних із ТМЗК мереж IP-телефонії підходять протоколи H.323 і MGCP. Протокол SIP трохи гірше взаємодіє із системами сигналізації, які використовуються в ТМЗК.

Підхід, заснований на використанні протоколу MGCP, має досить важливу перевагу перед підходом, запропонованим ITU у рекомендації H.323: підтримка контролером шлюзів сигналізації SS7 і інших видів сигналізації, а також прозора трансляція сигнальної інформації з мережі IP-телефонії. У мережі, побудованій на базі рекомендації H.323, сигналізація SS7, як і будь-яка інша сигналізація, конвертується шлюзом у сигнальні повідомлення H.225.0 (Q.931).

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика протоколів IP-телефонії

Параметр	H. 323	SIP	H.248(Megaco)/MGCP
1	2	3	4
Принцип	Уніфікована архітектура	Модульний	Уніфікована архітектура
Складність	Висока	Висока	Середня
Область дії	Повна	Обмежена	Місцева (часткова)
Масштабованість	Гарна	Гарна	Є інструментом розширення
Можливість множинного обміну ТФОП	Так	Частково	Так
Сумісність із сигналізацією	Гарна	Погана	Гарна
Вартість	Середня	Середня	Середня
РозмIP повідомлення	Маленький	Великий	Середній
Фрагментація маршрутизаторів	Малоймовірна	Імовірна	Малоймовірна
Вплив стандартів	Низький	Високий	Низький
Мультимедійність	Гарна	Погана	Гарна

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Білінгові системи	На високому рівні	Середні	Не використовуються
Компонент, що визначає функціональність мережі й мережних ресурсів	Привратник	Проксі-сервер	Сигнальний контролер СА
Протокол передачі сигналізації	TCP	TCP, UDP	UDP
Протокол передачі медіа - трафіка	RTP	RTP	RTP
Модель, що використовується	Телефонна (Q.931)	Інтернет (WWW)	Централізована
Формат повідомлень	Двійковий (ASN.1)	Текстовий (ASCII)	Текстовий (ASCII)
Організація, що Стандартизує	ITU	IETF	IETF/ITU
Загальна оцінка	Висока	Середня	Середня

Основним недоліком MGCP є незакінченість стандартів. Функціональні компоненти розподілених шлюзів, розроблені різними фірмами-виробниками телекомунікаційного устаткування, практично несумісні. Функції контролера шлюзів точно не визначені. Не стандартизовані механізми переносу сигнальної інформації від шлюзу сигналізації до контролера й у зворотному напрямку. До недоліків можна віднести також відсутність стандартизованого протоколу взаємодії між контролерами. Крім того, протокол MGCP є протоколом керування шлюзами, але не призначений для керування з'єднаннями за участю термінального устаткування користувачів (IP-телефонів). Це означає, що в мережі, яка побудована на базі протоколу MGCP, для керування термінальним устаткуванням має бути присутнім Gate-keeper або сервер SIP.

Варто також відзначити, що в існуючих додатках IP-телефонії, таких як надання послуг міжнародного й міжміського зв'язку, використовувати протокол MGCP (також як і протокол SIP) недоцільно у зв'язку з тим, що більшість мереж IP-телефонії сьогодні побудована на базі протоколу H.323. Операторові доведеться будувати окрему мережу IP-телефонії на базі протоколу MGCP (або SIP), що пов'язано зі значними капіталовкладеннями. У той же час, оператор зв'язку, що має устаткування стандарту H.323, може

приєднатися до існуючих мереж IP-телефонії. В останньому зі згаданих підходів (у проекті версії 4 рекомендації H.323) інститутом ITU-T був введений принцип декомпозиції шлюзів, який був використаний у третьому підході. Керування функціональними блоками розподіленого шлюзу буде здійснюватися контролером шлюзу – MGC (Media Gateway Controller) за допомогою протоколу MEGACO/H.248. У проекті версії 4 рекомендації H.323 передбачена також можливість прозорої передачі сигналізації SS7 та інших видів сигналізації мережами IP-телефонії, та обробка сигналізації всіх видів Gate-keeper без перетворення в сигнальні повідомлення H.225.0. Таким чином, можна зробити висновок, що найпридатнішим протоколом обміну голосовим трафіком мережами з пакетною комутацію на перший погляд є протокол H.323, але з огляду уніфікації з існуючим устаткуванням, доцільно використовувати для побудови мережі IP-телефонії протокол SIP, який в своїй останній редакції відповідає поставленим вимогам і є найбільш поширеним

2.3 Вибір способу побудови мережі доступу

Мережа підприємства буде будуватися на основі відповідних рекомендацій, висунутих міжнародними організаціями по стандартизації й сертифікації кабельних мереж. СКС - структурована кабельна система. Дана система являє собою комплексне рішення щодо пасивного устаткування, що використовується в рамках об'єкта проектування.

Проект базується на структурованій кабельній системі, що передбачена міжнародним стандартом ISO/IEC 11801 "Generic Cabling for Customer Premises" (Прокладка кабелів у приміщеннях замовника). Даний стандарт розробляли: ISO (International Organization for Standardization - Міжнародна організація по стандартизації) і IEC (International Electrotechnical Commission

- Міжнародна комісія з електротехніки). Поряд із цим стандартом відомий також американський стандарт TIA/EIA-568-A та європейський стандарт EN50173, що мають непринципові відмінності від ISO/IEC 11801. Даний стандарт оптимально підходить для приміщень, загальна відстань між перекриттями, яких становить до 3000 мм, площа офісного простору досягає 1000000 м^2, а кількість персоналу становить від 50 до 50000 чоловік. Даний стандарт передбачає наявність єдиної інфраструктури для передачі трафіка (як трафіку даних, так і реального часу). Цей аспект необхідно буде врахувати при виборі пасивного мережного встаткування.

Універсальна кабельна система має ієрархічну структуру зірки в рамках рівня доступу, кільця в рамках рівня розподілу та зірки на рівні ядра. Фактична топологія визначається географічним положенням і розмірами кампуса або будинку.

Засоби сполучення з універсальною кабельною мережею (роз′ємні з′єднання) розташовані на кінцях кожної підсистеми. У цих точках може бути підключене устаткування, що підтримує специфічні додатки. Будь-який розподільник може мати інтерфейс із зовнішнім службовим кабелем і використовувати між з′єднання, або кросові з'єднання.

2.4 Вибір типів каналів зв'язку

Типи ліній що будуть використовуватися в проектованій мережі, зумовлені обраними стандартами. Як було сказано в попередньому пункті, як базова технологія побудови мережі рівня доступу буде використовуватия технологія Fast Ethernet, а для магістральної мережі - Gigabyte Ethernet. Значний вплив на вибір середовища передачі мають відстані між об’єктами, або вузлами. В таблиці 2.1 поточної глави наведена характеристика між вузлами транспортної мережі. На рівні доступу довжина абонентських

сегментів мережі не перевищує 100 метрів, тому доцільно використовувати технологію 100 Base-TX, пасивна мережа та мережа СКС буде побудована на базі мідної крученої пари категорії 5е.

В якості магістральних ліній зв'язку передбачається використання оптоволоконних ліній. Прийняте рішення зумовлене підвищеною надійністю даних типів провідників, меншим восприяттям до перешкод і різних впливів електромагнітного поля. Оптоволоконні лінії будуть використовуватия в магістральній підсистемі заводоуправління та при побудові територіально розподіленої мережі доступу. Оптоволокно буде єдиним середовищем як для інформаційної, так і для телефонної мереж. Дане рішення прийняте з економічних міркувань і виходячи з тенденції розвитку мультисервісності в мережах (об'єднання різнорідних типів трафіка в єдиному середовищі передачі). Згідно з редакціями стандарту Gigabit Ethernet, будемо використовувати технологію 1000 Base-LX, яка працює на одномодовому оптичному волокні з максимальною довжиною ділянки 2 км, що повністю задовольняє потреби в дальності зв’язку (згідно з таблицею 2.1 максимальна ділянка магістральної мережі складає 1200 метрів).

2.5 Розробка структури мережі що проектується

Мережа, що проектується, є складною, призначена для передачі різнотипного трафіку, тобто в деякому сенсі є мультисервісною. Зазвичай, такі мережі будуються в рамках трирівневої ієрархічної структури – ядро, рівень розподілу, рівень доступу. На рисунку 2.1 наведемо фрагмент структурної схеми мережі що проектується.

Рівень ядра представлений головним маршрутизатором Router #18, до якого підключений рівень розподілу на базі маршрутизаторів Router ## 11, 2 18, 16 та комутаторів Switch ## 19, 20 та Rasp. Організація ліній зв’язку та

мережі ядра виконана за технологією 1000 Base-LX. Також до головного маршрутизатора підключена зона DMZ, IP-АТС та набір серверного устаткування, технологія підключення – 1000 Base-T. Перед ядром мережі поставлене одне чітко сформульоване завдання - комутація пакетів (switching packets).

Пристрої ядра повинні функціонувати в режимі пікової продуктивності. Можна сказати, що саме в ядрі мережі зосереджена вся її обчислювальна потужність.

Рівень розподілу побудований на базі топології кільце та дерево. До складу кільця входять маршрутизатори рівня розподілу Router ## 11, 2 18, 16.

широкосмугових каналів, що зв'язують рівень розподілу з ядром мережі. Подібна стратегія породжує в мережі ефективні точки підсумовування й зменшує кількість маршрутів, що повинні брати до уваги маршрутизатори ядра при ухваленні рішення про комутації пакетів.

Рівень доступу побудований на базі комутаорів Switch Dostup. Комутаори Switch #19, 20 виконують функції комутаторів розподілу та доступу одночасно. Перед рівнем доступу мережі поставлені три основні задачі:

- формування мережного трафіка;
- контроль доступу до мережі;
- виконання інших функцій прикордонних пристроїв.

До топології дерево комутатори Switch ## 19, 20 та Rasp підключений за топологією зірка і призначений для виконання функцій розподілу в рамках адміністративної будівлі. Рівень розподілу побудований на базі технології 1000 Base-LX. Перед рівнем розподілу мережі поставлені три чітко сформульовані задачі:

- ізоляція наслідків зміни топології;
- керування розміром таблиці маршрутизації;
- агрегація мережного трафіка.

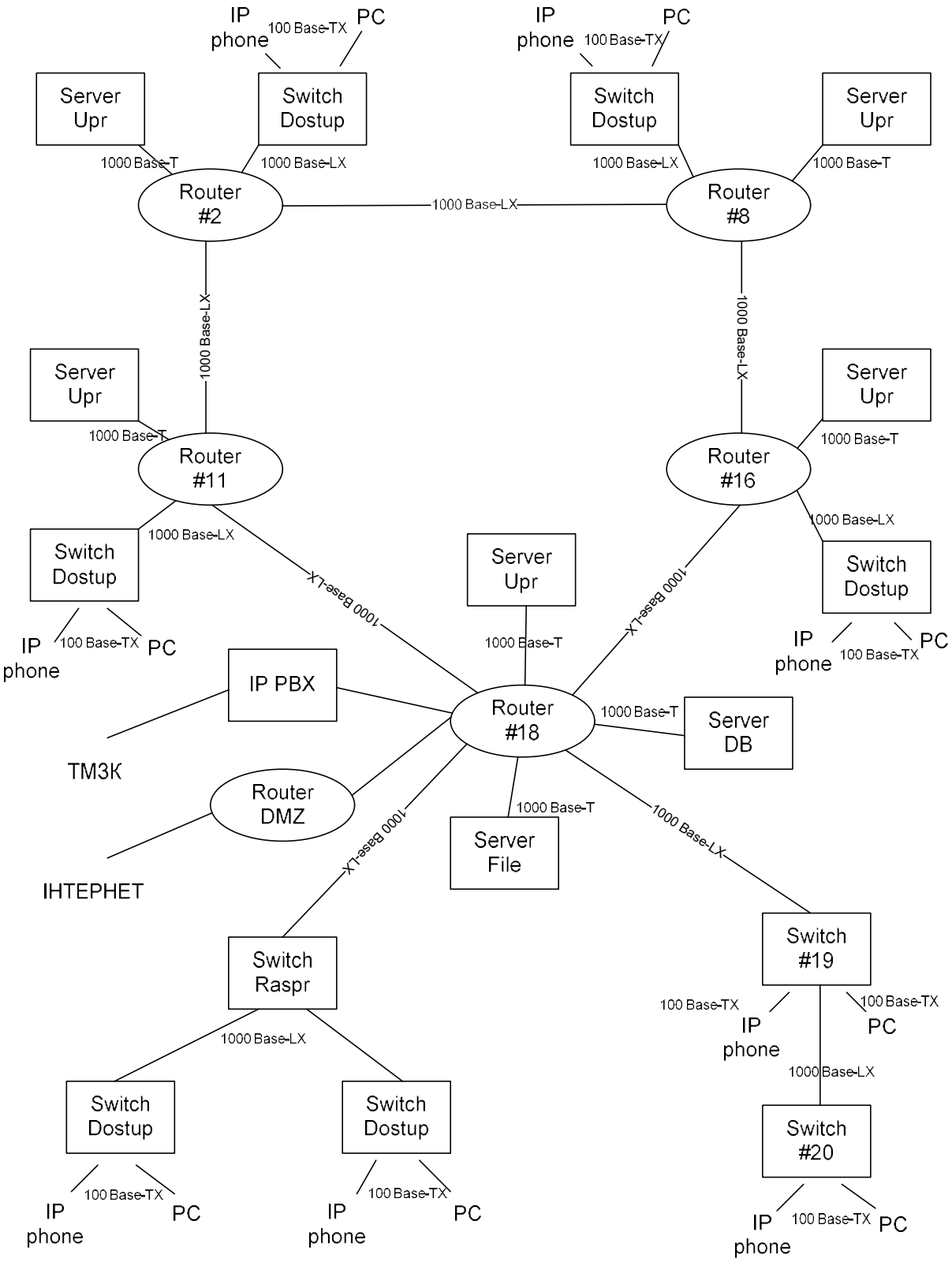

Рисунок 2.1 – Фрагмент структурної схеми мережі

Рівень розподілу відповідає за агрегацію мережного трафіка. Агрегація досягається за рахунок об'єднання трафіка, що надходить по великому числу низькошвидкісних каналів передачі інформації, що зв'язують рівень розподілу із пристроями рівня доступу, у декілька

Пристрої рівня доступу з'єднують високошвидкісні канали локальних мереж з каналами глобальної мережі, що несуть трафік на рівень розподілу, вони являють собою видиму частину мережі. Мережа доступу побудована з використанням технології 100 Base-TX,

2.6 Функціональна схема мережі

Функціональна схема мережі відображає топологію фізичних зв'язків, типи ліній та призначення основних комутаційних пристроїв. Структурна схема формується на базі аналізу типових архітектурно-топологічних рішень обраних технологій.

На рисунку 2.2 наведена функціональна схема проектованої мережі.

Як видно з рисунка, мережа розбита на підмережі, при цьому телефонна мережа використовує лінії зв'язку магістральної мережі передачі даних, що пов’язано з тим що використана технологія IP-телефонії. Основна частина комунікаційного устаткування сконцентрована на території заводоуправління.

До головного маршрутизатора, який виконує функції розділення мережі на відповідні відділи з урахуванням інформаційної моделі, підключаються комутатор рівня розподілу (він об′єднує комутатори рівня доступу в єдину фізичну структуру) по оптиковолонним лініям, технологія використовувана для побудови магістральної мережі - Gigabyte Ethernet, швидкість передачі в лінії зв'язку становить 1 Гбіт/с. До кореневого комутатора підключаються комутатори рівня доступу будинку й магістральні

комутатори, розташовані у віддалених точках підприємства (№ 19-20). Також до нього підключається устаткування телефонного комутатора – Голосовий шлюз та Gate-keeper.

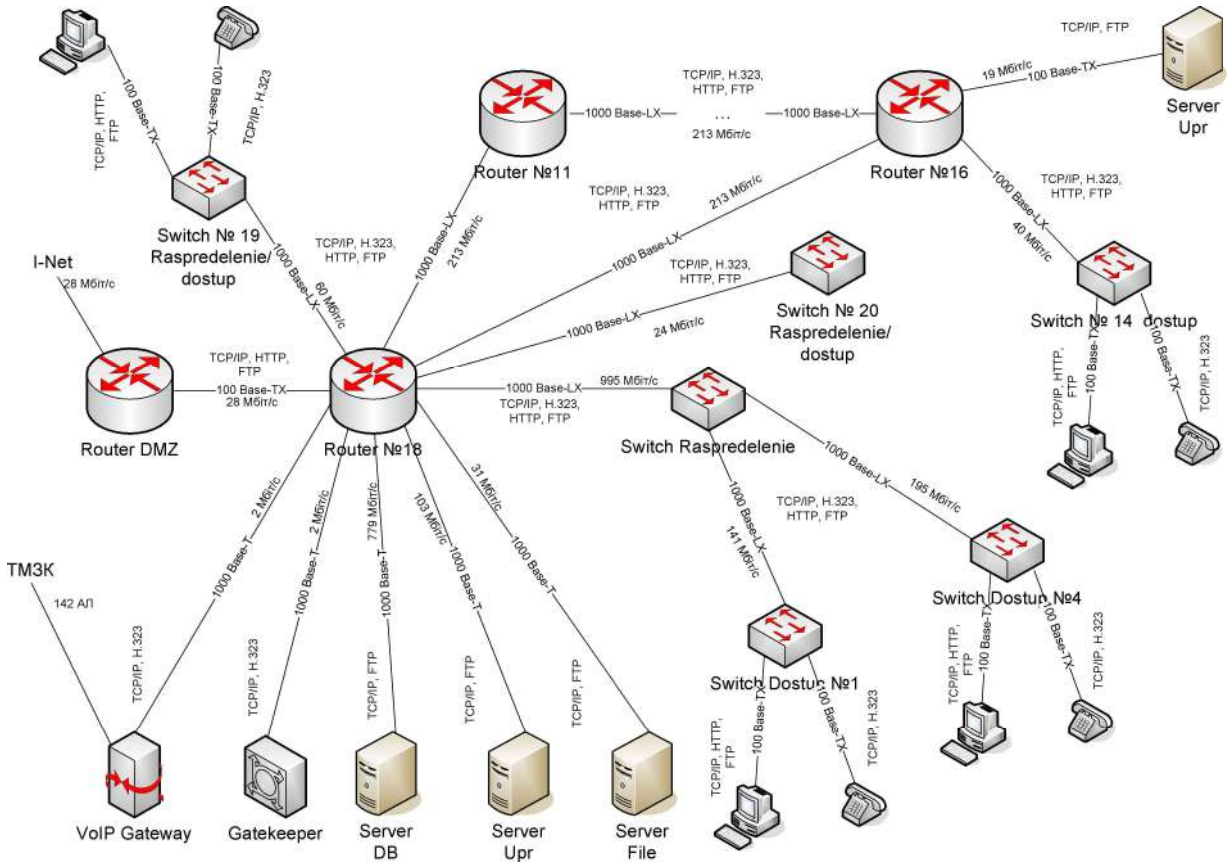

Рисунок 2.2 – Функціональна схема мережі

Безпосередньо абоненти підключаються до мережі крученою парою категорії 5е засобами СКС. Підключення зовнішніх сполучних ліній й організація зовнішнього каналу Інтернет виконана за допомогою телефонної багато парної крученої пари категорії не нижче 3.

Організація мережі на віддалених об'єктах аналогічна організації в ядрі. Абоненти підключаються до локальної й телефонної мереж за допомогою крученої пари засобами СКС. Технологія, використовувана на локальній мережі - Fast Ethernet, швидкість регламентована технологією - 100 Мбіт/с.

Виносний комутатор підключений до центрального вузла чере мережу рівня розподілу, а саме через маршрутизатори.

Лінії зв'язку між маршрутизаторами рівня розподілу й кореневим - волоконно-оптичні, технологія Gigabyte Ethernet, швидкість передачі в лінії зв'язку становить 1 Гбіт/с.

Потоки в мережі вказані на функціональій схемі, відповідають потокам та навнтаженню, що буо розраховане в першій главі та визначено за допомогою інформаційної схеми та топологічної схеми в другій главі.

Активні пристрої мережі вцілому функціонують за протоклом TCP/IP. Між маршрутизаторами проходить обмін таблицями маршрутизації за допомогою ARP-запитів.

Протокол HTTP призначений для доступу до мережі інтернет, запити від кінцевих користувачів надїодять до DNS-серверу, де символьне ім’я перетворюється в IP-адресу вузла а далі за протоколом WWW надходять сторінки на персональний комп’ютер користувача.

Взаємодія пристроїв IP-телефонії відбувається в рамках протоколів TCP/IP та H.323. Термінал (H.323 Terminal) – абонентський пристрій, здатний забезпечувати зв'язок (голосовий, відео і так далі) з іншими терміналами, шлюзами або пристроями. Взаємодія в рамках локальної телефонної мережі виконується за допомогою Gate-keeper – керуючого елементу, «інтелекту» H.323 мережі. Даний пристрій що також трансляцію телефонних префіксів і ідентифікаторів (H.323 ID) в IP-адреси шлюзів або H.323 терміналів. Крім того, привратник відповідає за керування доступом (Admission Control) при реєстрації шлюзів і терміналів, авторизацію дзвінків (Call Admission Control), керування смугою пропускання й маршрутизацію викликів. Привратник управляє підлеглою йому частиною мережі (зоною) через RAS – протокол спілкування шлюзів з ним.

Вихід до зовнішніх мереж виконується за допомогою голосового H.323 шлюзу. Даний пристрій забезпечує взаємне сполучення телефонної мережі з

IP-мережею. При цьому надається підтримка різних протоколів і інтерфейсів мереж обох типів. Якщо вихід у телефонну мережу не потрібен, то даний компонент не потрібний, а термінали можуть зв'язуватися один з одним безпосередньо.

2.7 Висновки

У другій главі дипломного проекту був зроблений вибір способу побудови мережі, розроблена топологія, визначені технології використовувані на мережі, швидкості й типи каналів зв'язку. В якості базової топології використовується зірка, на магістральних каналах (що поєднують між собою віддалені комутаційні вузли) використана технологія 1000 Base-LX, канали виконані оптоволоконним кабелем. На рівні доступу використовується технологія 100 Base-T з кабельної інфраструктурою UTP cat 5e, яка в подальшому при необхідності забезпечить модернізацію мережі до швидкості 1000 Мбіт/с, шляхом заміни комутаційного обладнання. У заключній частині наведена структурна схема мережі з детальним описом.

3 ВИБІР УСТАТКУВАННЯ

3.1 Вибір активного устаткування ЛОМ

До групи активного устаткування ЛОМ відноситься каналуоутворююче обладнання – комутатори та маршрутизатори. Згідно з отриманими розрахунками параметрів трафіку, розроблених структурної та функціональної схем визначимо в таблиці 3.1 основні вимоги та типи активного устаткування за призначенням.

Таблиця 3.1 – Вимоги до активного устаткування

Тип пристрою	Кількість та тип портів	Кількість одиниць	Призначення	Особливості
Комутатор доступу	48 100 Base-T, 2 1000 Base-LX	19	Цех №№ 2, 5, 7, 14, 16, поверхи 1, 2, 3, 4	Максимальна пропускна здатність 200 Мбіт/с, підтримка VLAN
Комутатор доступу	24 100 Base-T, 2 1000 Base-LX	12	Цех №№ 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17	Максимальна пропускна здатність 20 Мбіт/с, підтримка VLAN
Маршрутизатор ядра	5 1000 Base-LX, 6 100/1000 Base-T	1	Заводоуправління	Максимальна пропускна здатність 1000 Мбіт/с, підтримка VLAN, OSPF, RIP, EIGRP, ACL, DHCP, NAT, PAT, DNAT, функції захисту та безпеки
Маршрутизатор розподілу	2 1000 Base-LX 1 100/1000 Base-T	4	Цех №№ 2, 8, 11, 16	Максимальна пропускна здатність 250 Мбіт/с, підтримка VLAN, OSPF, RIP, EIGRP, ACL, DHCP, NAT, PAT, DNAT
Комутатор розподілу	6 1000 Base-LX	4	Цех №№ 2, 8, 11, 16	Максимальна пропускна здатність 640 Мбіт/с, підтримка VLAN
Комутатор розподілу	15 1000 Base-LX	1	Заводоуправління	Максимальна пропускна здатність 640 Мбіт/с, підтримка VLAN
Комутатор доступ/розподілу	48 100 Base-T, 2 1000 Base-LX	2	Цех №№ 19, 20	Максимальна пропускна здатність 200 Мбіт/с, підтримка VLAN

На першому етапі проведемо вибір комутаторів для реалізації рівня доступу та доступу/розподілу. Основними виробниками комутаторів для побудови корпоративних мереж є Cisco, Qtech, 3Com, Zyxel. Для апаратної реалізації мережі необхідно використовувати комутатори 24 та 48 портові 100 Base-T, які обладнані 2 оптичними інтерфейсами 1000 Base-LX. В таблиці 3.2 проведемо порівняльну характеристику моделей комутаторів розподілу доступу серед обраних брендів.

Таблиця 3.2 – Порівняння комутаторів за ключовими параметрами

Параметр	3Com GSW-1600SF	Catalyst 1100	Qtech QSW-2900	Zyxel GS-1116A
Управління	так, web, telnet	так, web, smart console	так, web, smart console	ні
Рівень OSI	2	2, 3	2, 3	2
Порти	24|48x10/100/1000 Мбіт/с, 2 SFP mini gbic	24/48x10/100 Мбіт/с 100 Base-Tx 2 SFP 1000 Base-Lx	24/48x10/100 Мбіт/с 100 Base-Tx 2 SFP 1000 Base-Lx	24/48x100 Мбіт/с, 2SFP
Буферна пам'ять, Кбайт	340	1024	1024	340
Пропускна здатність, Гбіт/с	32	32	32	16
Таблиця MAC-адрес	16	16	24	8
Приоретизація трафіка CoS	так	так	так	ні
Єдиний інтерфейс керування для групи комутаторів	ні	ні	так	ні
Тип корпусу	металевий, з можлвістю монтажу в 19"			

В якості комутаторів розподілу/доступу будемо використовувати продукцію Catalyst 1100. Вибір пов’язаний з відмінним співвідношенням ціна/якість. Серії комутаторів 1100 є інтелектуальним комутатором третього рівня й мають модульну архітектуру з розширеними функціями забезпечення якості обслуговування. Серія 1100 виконана на багатофункціональних чипах

ASI, що дозволяють якісно класифікувати потоки у відповідності із інформацією рівнів від 2 до 7 моделі OSI, а так само реалізувати контроль сервісів і керування користувачами. Комутатори серії 1100 призначені для використання в корпоративних мережах для забезпечення контролю сервісів і мережної безпеки. Наведемо ключові характеристики:

- підтримка протоколу STP 802.1d, 802.1w і 802.1s. Підтримка захисту від широкомовних штормів для забезпечення доступності мережі оператора;
- підтримка протоколу 802.1x. Для забезпечення надійного захисту можуть застосовуватися різні комбінації прив'язки на основі MAC адрес, IP адрес, VLAN і інтерфейсу. Так само комутатор підтримує стратегії доступу на основі ACL для забезпечення надійного контролю доступу до мережі;
- 2900 підтримує настройку для портів вводу/виводу та може швидко відновлювати копії мережної конфігурації. Комутатор підтримує протокол Syslog, а так само може бути настроєний так, що б керування було можливо тільки з певного VLAN або IP адреси.

В якості базової моделі обираємо комутатор Catalyst 1100-24F та Catalyst 1100-44F, що має в своєму функціональному складі 24/48 портів RJ-45 100 BaseT, та 2 змінних модулі 1 GE SFP. В якості модулів розширення буде використаний модуль 1FE-SM-S1310/1550-LH20 з фізичним інтерфейсом SC.

Наступним етапом є вибір комутатора рівня розподілу для будівлі адміністративного управління та цехів розподілу. Згідно з вимогами, що зведені в таблиці 3.1, комутатор повинен бути оснащений не менш як 6 портами 1000 Base-LX в випадку віддалених підрозділів та не менш як 15 портами для заводоуправління. Виходячи з можливості централізованого керування телекомунікаційними пристроями в випадку використання продукції компанії Catalyst, свій вибір зупинимо саме на цій фірмі. З

відповідними параметрами доступний оптичний комутатор Catalyst 2960, даний комутатор обладнаний 16 1000 Base-Lx оптичними портами з сумарною пропускною здатністю 62 Гбіт/с. Ключові характеристики майже не відрізняються від обраної раніше моделі – Catalyst 1100, що пов'язано з використанням однієї базової платформи.

У відповідності до вимог що встановлені в таблиці 3.1 були обрані наступні типи маршрутизаторів: Cisco 2811; D-Link DI2630; Planet MH5001; HP A-MSR30-10. В таблиці 3.3 наведемо порівняльну характеристику обраних типів маршрутизаторів.

Таблиця 3.3 – Порівняльна характеристика маршрутизаторів

Параметр	Маршрутизатор			
	Cisco 2811	D-Link DI2630	Planet MH5001	HP A-MSR30-10
1	2	3	4	5
Сфера застосування	офіси та розподілені мережі з підтримкою голосових сервісів та функцій безпеки	організація корпоративних мереж невеликого масштабу	багато функціональний сервер доступу з функціями безпеки	модульний з підтримкою LAN/WAN інтерфейсів для передачі мультисервісного трафіку
Порти	usb-1, 100BaseT-2, 4 слота для карт розширення	100BaseT-1, 2 слоти для WAN-карт, 2 слоти для LAN-модулів	2xLAN 100BaseT, 2xWAN 100BaseT, 1xDMZ 100 BaseT	2xWAN 100BaseT, 1 слот для 100BaseT карт
Типорозмір	19"	19"	19"	19"
Протоклои маршрутизації	статична, динамічна OSPF, RIP, RIPv2, EIGRP, BGP	статична, динамічна OSPF, RIP, RIPv2, DGP	статична, динамічна OSPF, RIP, RIPv2,	статична, динамічна OSPF, RIP, RIPv2, EIGRP
Керування	HTTP, SNMP 3	SNMP v1, v2, v3, RMON, HP Open View, Cisco View, Cisco Works, Telnet	Web, HTTPS, SNMP, Telnet, SSH, MISC, Интерфейс командной строки (CLI)	Web, HTTPS, SNMP, Telnet, SSH
Пропускна здатність	120 000 000 p/s	70 000 000 p/s	80 000 000 p/s	220 000 000 p/s
Балансування навантаження	так	ні	так	так

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
Безпека	реалізація VPN, Firewall, DMZ, NAT, фільтрація пакетів, ACL, антивірус	реалізація VPN, DMZ, NAT, фільтрація пакетів	реалізація VPN, NAT, фільтрація пакетів, антивірус	реалізація VPN, Firewall, DMZ, NAT, фільтрація пакетів
Підтримка мультисервісного трафіку	так	ні	так	так
Надійність	надзвичайна	середня	середня	висока
Вартість	1700$	1500$	900$	2000

Проаналізувавши дані, зведені до таблиці 3.3, можна зробити висновок, що найбільш актуальним буде використання маршрутизатора Cisco 2811. Безперечним лідером серед виробників маршрутизаторів є компанія Cisco. Обладнання цього бренду пройшло випробування часом та кількістю встановленого активного устаткування. Насамперед це пов’язано з високими показниками якості, рівня безпеки та надійності, протоколами що підтримуються. Також не останню роль зіграв той фактор що обладнання Cisco є самим захищеним, а бренд безперервно розвиває власні політики безпеки.

Cisco 2811 – маршрутизатор з інтеграцією сервісів, що забезпечує всі потреби невеликих офісів і філій (до 36 робочих місць) у сучасних комунікаціях.

Може виконувати функції:

- маршрутизатора доступу й маршрутизатора локальної мережі;
- центра IP- Телефонії й голосової пошти (у варіантах Voice bundle і Voice Security bundle);
- інтегрованого рішення для гарантування безпеки (у варіантах Security bundle і Voice Security bundle);
- firewall;
- системи запобігання вторгнень;

- шифрування й створення VPN- Тунелів;
- системи Cisco NAC і фільтрація по URL.

3.2 Реалізація мережі IP-телефонії

Для реалізації корпоративної мережі IP-телефонії, до складу устаткування повинно входити наступне обладнання – привратник та голосоий шлюз. Багато компаній пропонує використання готових рішень, як апаратних так і програмних. Апаратна реалізація є більш привабливою, це пов’язано з більш високою надійністю подібного рішення, та меншою залежністю від надійності складових елементів програмної реалізації. В випадку з апаратним варіантом використовується єдиний універсальний пристрій, що дозволяє проводити повнофункціональну обробку викликів в рамках однієї функціональної одиниці. В випадку використання програмного способу реалізації керуючих пристроїв, перш за все необхідна наявність високо кваліфікованого обслуговуючого персоналу, який взмозі підтримувати у працездатному стані багатофункціональний пристрій (сервер побудований на базі комп’ютерних комплектуючих) та досить складне програмне забезпечення. З огляду на це більш прийнятним є використання апаратних засобів реалізації мережі IP-телефонії.

Як зазначалося раніше, в якості маршрутизатора рівня ядра використана мультисервісна платформа маршрутизатора Cisco 2811. Даний пристрій та його програмного забезпечення дозволяють будувати мережі IP-телефонії як за протоколом SIP. Для підключення маршрутизатора до телефонної мережі загального користування, базову платформу необхідно доукомплектувати інтерфейсною платою E1 – NM 8 A\S. В додатку В, таблиці В.1 – наведена специфікацій устаткування.

3.3 Комплектація пасивним компонентами, реалізація СКС

В якості пасивного устаткування виступають магістральні кабелі, кабелі мережі доступу, оптичні та мідні патч-панелі, патч-корди та телекомунікаційні шафи. В таблиці 3.4 зведемо кількісно якісний склад пасивного устаткування.

Таблиця 3.4 – Склад пасивного устаткування

Пасивне устаткування	Кількість	Тип та призначення
Магістральні кабелі	11 км	Кабель оптичний одномодовий
Кабелі доступу	35 км	Кабель мідний CAT5e
Патч-панель оптична	20 од	Патч-панель SC 4порта
Патч-панель мідна	53 од	Патч панель RJ-45 UTP, 24 порта
Патч-корд оптичний	40 од	Патч-корд SM SC
Патч-корд мідний	1272 од	Птач-корд UTP RJ-45
Шафа телекомунікаційна основна	1 од	Шафа 19 дюймова 24 U
Шафа телекомунікаційна	23 од	Шафа 19 дюймова 9 U

Оберемо в якості постачальника пасивних компонентів компанію Molex. В таблицю 3.5 зведемо специфікацію обраного устаткування.

Таблиця 3.5 – Специфікація пасивних компонентів

Тип	Кількість	Призначення
1	2	3
Molex -QS 24	1	телекомунікаційна шафа центрального вузла
Molex -QS 9	23	телекомунікаційна шафа віддаленого вузла
Molex -ОКН-4х8/100	11 км	кабель оптичний одномодовий
Molex -ВП-4х2	35 км	кабель кручена пара
Molex -ОП-4-SC	20	оптична патч-панель
Molex -ПП-24-UTP-45	53	мідна патч-панель
Molex -PC-SC-1,5	40	патч-корд оптичний
Molex -PC-UTP-0,5	1272	патч-корд мідний

В додатку Г, на рисунку Г.1 наведена схема СКС першого поверху адміністративної будівлі, в якій використано обране пасивне устаткування. Кабель прокладений між перекриттям та підвісною стелею в спеціальних кабельних лотках. По коридору розведені магістральні траси, від яких

відгалужується кабельна проводка до кімнат де встановлені телекомунікаційній розетки. Згідно з вимогами СКС, телекомунікаційні розетки встановлені на висоті 300 мм від рівня підлоги, кабель заведений о розеток опусками зі стелі та укладений в утробах, або за фальш-стінами. Мінімальна відстань між силовими та слабо токовими кабелями інформаційної мережі повинна складати 200 мм.

На рисунку 3.1 наведена схема розміщення устаткування в телекомунікаційних шафах на рівні ядра/розподілу та на рівні доступу.

Рисунок 3.1 – Схема розміщення устаткування

3.4 Розробка схеми з’єднань

В додатку Д, на рисунку Д.1 наведений сегмент схеми з’єднань. На рисунку Д.1 відображена структура фізичних з’єднань центрального комутаційного вузла та виносного.

Центральним елементом телекомунікаційного головного вузла виступає маршрутизатор Cisco 2811. Маршрутизатор обладнаний трьома типами портів – 100 Base-T, 1000 BaseLX та голосовими портами. Оптичні

порти 1000 BaseLX скомутовані на оптичній комутаційній панелі Molex -ОП-4SC. Перший порт комутаційної панелі з'єднаний з другим портом маршрутизатором розподілу Cisco 2811 Router №11 оптичним кабелем Molex ОКН-4х8/100. Другий порт з'єднаний з маршрутизатором Router №16. Третій оптичний порт маршрутизатора необхідний для підключення комутатора розподілу Cisco 1100, до якого підключений комутатор доступу Cisco 2960. Згідно з правилами монтажу та вимогами до СКС, магістральний оптичний кабель на всіх вузлах розшитий на комутаційних оптичних панелях Molex - ОП-4SC, підключення активного устаткування до магістральної транспортної мережі виконано оптичним комутаційними кабелями – патч-кордами.

8 та 9 оптичні порти маршрутизатора ядра призначені для підключення серверного устаткування – файлового серверу та серверу керування. Файловий сервер є єдиним для всієї мережі, сервер керування на кожному рівні розподілу власний. Останній десятий порт маршрутизатора – 100 BaseT, призначений для підключення серверу БД, який є єдиним для всієї мережі.

Організація надання послуги IP-телефонії будується на використанні інтерфейсної плати NM 8 A/S головного маршрутизатора для підключення трактів E1 для виходу на міський та міжміський зв'язок. Програмне забезпечення маршрутизатора Cisco 2811 в повній мірі дозволяє реалізувати функції приватника, тому від використання такого пристрою як апаратного відмовилися.

Рівень розподілу/доступу організований за наступною схемою. До першого порту 1000 BaseLX маршрутизатора рівня розподілу підключений комутатор розподілу Cisco 1100 (також перший порт). Далі за відповідними напрямками на оптичні комутаційній панелі Molex -ОП-4SC розшиті магістральні кабелі Molex -ОКН-4х8/100 до комутаторів доступу Cisco 2960. Технологія з'єднання комутаторів рівня доступу та рівня розподілу – 1000 BaseLX.

Сам рівень доступу побудований на базі комутатора Cisco 2960. Технологія підключення кінцевих користувачів – 100 BaseT. Пасивна абонентська мережа побудована кабелем Molex -ВП-4х2, абонентські кабелі розшиті на комутаційних панелях Molex -ПП-24-UTP-45.

Оптичні з’єднання використані типу SC, кінцеве абонентське устаткування підключене до мережі патч-кордами з розніманнями RJ-45.

3.5 Висновки

В рамках наведеної глави дипломного проекту був проведений апаратний синтез мережі, обране устаткування.

В якості маршрутизаторів та серверру IP-телефонії обраний маршрутизатор Cisco серії 2811, який доповнений інтерфейсною платою NM 8A/s.

Комутатор розподілу – Cisco 1100, комутатор доступу – Cisco 2960.

Пасивні компоненти для реалізації СКС виробництва компанії Qtech.

У відповідності до обраного устаткування була розроблена схема СКС та схема з’єднань в мережі.

4 РОЗРАУНОК ЗАТРИМОК В МЕРЕЖІ

4.1 Вимоги QoS, розрахункова ділянка мережі

Мережа що проектується призначена для передачі різнотипного виду трафіку – трафік критичний до затримок (IP-телефонія) та трафік не критичний до затримок (трафік даних). В відповідності до політики QoS визначені основні характеристики трафіку:

- значення трафіка (миттєве, максимальне, пікове, середнє і мінімальне), біт/с;
- коефіцієнт пачковості трафіка (пульсація);
- середня тривалість пікового трафіка;
- середня тривалість сеансу зв'язку;
- формати елементів трафіка;
- максимальний, середній, мінімальний розміри пакета;
- інтенсивність трафіка та запитів.

Трафік IP-телефонії в порівнянні з трафіком даних займає на декілька порядків меншу смугу пропускання, з огляду на це для гарантованості доставки пакетів IP-телефонії, пропускна здатність каналів зв’язку обрана з запасом. Тоді через нестачу пропускної здатності каналів не повинно бути втрат пакетів. Одним з найважливіших параметрів QoS для голосового трафіку є затримка.

Основна задача політики QoS полягає в забезпеченні вимог та параметрів трафіка різноманітних служб.

Функції QoS полягають у забезпеченні гарантованого й диференційованого обслуговування мережного трафіка шляхом передачі контролю за використанням ресурсів і завантаженістю мережі її операторові. QoS представляє набір вимог, що висуваються до ресурсів мережі при

транспортуванні потоку даних. Політика QoS забезпечує наскрізну гарантію передачі даних і заснована на системі правил контролю за засобами підвищення продуктивності IP-мережі, такими як механізм розподілу ресурсів, комутація, маршрутизація, механізми обслуговування черг і механізми відкидання пакетів.

Впровадження механізмів QoS припускає забезпечення з боку мережі з'єднання з певними обмеженнями продуктивності. Основними характеристиками продуктивності мережного з'єднання є смуга пропускання, затримка, джитер та рівень втрати пакетів.

На рисунку 4.1 наведена розрахункова частина мережі.

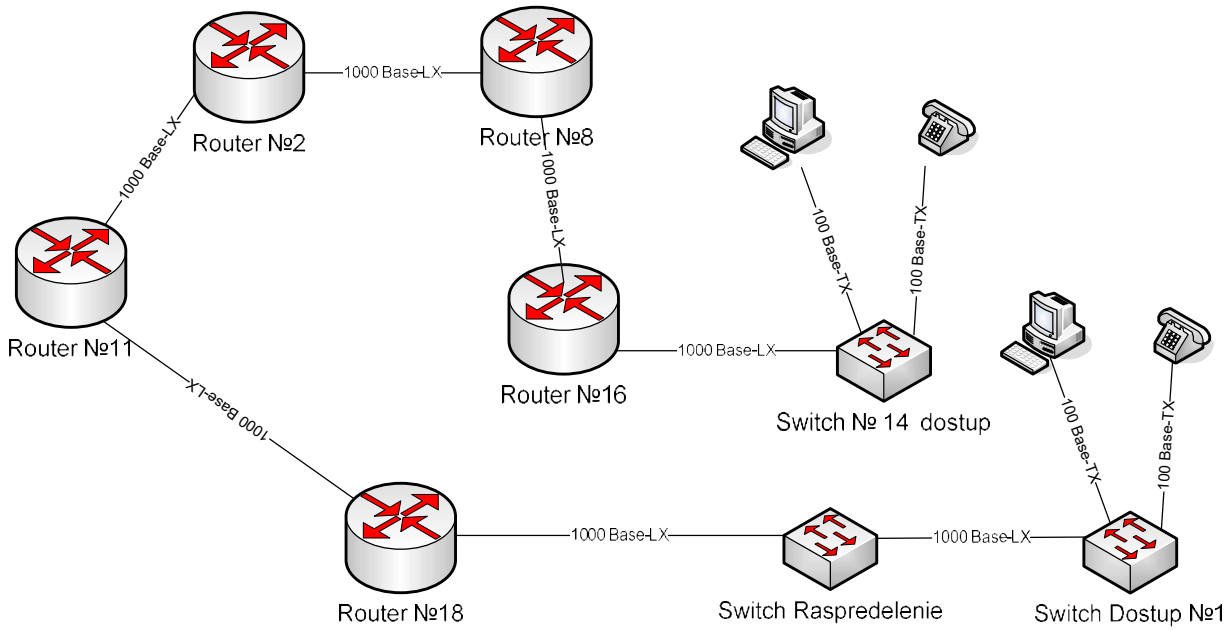

Рисунок 4.1 – Розрахункова частина затримки

На рисунку наведено найдовшу ділянку в мережі, яка містить найбільшу кількість комутаційних пристроїв у випадку виходу з ладу однієї з ліній зв’язку транспортного кільця.

В таблиці 4.1 приведені вимоги до затримки, ймовірності помилки на біт, ймовірності втрати пакета та ймовірності доставки пакета не за адресою

для основних служб. Ці дані були отримані в результаті досліджень Європейського дослідницького центра в області телекомунікацій.

Таблиця 4.1 – Параметри основних служб

Служба	P_{ber}	P_{plr}	P_{pir}	Затримка D, мс
Телефонія	10-7	10-3	10-3	50мс/400мс
Передача даних	10-7	10-6	10-6	1000мс (50 мс)
Телебачення	10-6	10-8	10-8	1000 мс
Звуковий сигнал з високою точністю відображення	10-5	10-7	10-7	1000 мс
Управління обробкою у розподілених базах даних	10-5	10-3	10-3	1000 мс

У таблиці 4.2 узагальнені рекомендації ITU для голосової затримки.

Таблиця 4.2 – Рекомендації ITU для затримки при передачі голосових даних

Однобока затримка, мс	Опис
0 – 150	Прийнятна для більшості
150 – 400	Прийнятна за умови, що адміністратори інформовані про вплив часу передачі на якість звучання в користувальницьких додатках
400+	Неприпустима для більшості мережних задач. Однак дане обмеження може бути збільшено у виняткових випадках

Як можна побачити, затримка нижча за 150 мс у більшості додатків розглядається як прийнятна. Затримки від 150 до 400 мс також прийнятні (згідно сучасних вимог до передачі голосу). Крім того, досить велика величина затримки може вважатися прийнятною, якщо вона супроводжується значною економією коштів.

4.2 Розрахунок затримки

Затримка в голосових мережах складається з багатьох компонентів. При проектуванні мережі необхідно прийняти до уваги всі її складові.

Можливі ситуації, коли жоден з компонентів окремо не створює серйозної проблеми, однак їхня комбінація викликає значну затримку в мережі. Складові частини затримки включають постійні та змінні компоненти затримки. Якщо величина їх відома, то може бути обчислена загальна затримка в мережі і виконана оцінка її впливу на голосові потоки. Постійні компоненти затримки є по своїй природі фіксованими і незначно збільшують варіацію затримки:

- затримка поширення виникає внаслідок переміщення пакета між двома пунктами і складає 6 мкс на кілометр довжини ділянки;
- затримка перетворення в послідовну форму включає процес розміщення бітів у каналі, для мереж 100 та 1000Мбіт/с, затримка перетворення складає 0,001 мс на кожний окремий канал.;
- затримка обробки може бути підрозділена на наступні частини:
  - затримка кодування, стиску, декомпресії і розкодування, для кодека G.729 складає 15 мс;
  - затримка, пов'язана зі створенням пакетів, викликається проміжним збереженням цифрових вибірок голосу для розміщення в корисному навантаженні каналу – 5 мс.

Змінні компоненти затримки викликають велику варіацію затримки, ніж фіксовані компоненти затримки; але даними видами затримки легше керувати. Розглянемо змінні компоненти затримки:

- затримка, зв'язана з постановкою пакета в чергу, має місце в тому випадку, коли пакет очікує, доки інші пакети в магістральному каналі будуть обслуговані. Час чекання статистично базується на швидкості надходження потоку даних; відповідно, чим більше даних надходить, тим більш імовірна конкуренція потоків у магістральному каналі. Величина такої затримки також залежить від розміру та пріоритету оброблюваних пакетів;

– буфери відновлення синхронізації використовуються на приймальному кінці лінії для згладжування варіацій затримки та забезпечення часу для розкодування та декомпресії потоку. Вони також допомагають згладжувати на початку розмови перші звуки. Якщо таких буферів установлено недостатньо чи вони мають недостатню ємність, то можуть виникати проблеми переповнення мережі та втрати даних. Установка занадто великої їхньої кількості викликає зайву затримку. Фактично буфер відновлення синхронізації або зменшує, або усуває варіацію затримки, перетворюючи її у фіксовану затримку.

Після того як встановлено постійні та змінні компоненти затримки, можна обчислити загальну затримку в мережі. Загальна затримка в мережі являє собою затримку, що може виникнути в мережі та разом з тим задовольняє вимогам, пропонованим до якості надаваних нею послуг.

Згідно з вимогами що поставлені до телекомунікаційних мереж, загальна величина затримки для якісного надання послуг голосового зв’язку не повинна перевищувати значення в 200 мс. На наведеному сегменті слід перевірити виконання поставленої вимоги.

Дані для розрахунку затримки зведемо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3- Розрахунок затримки

Компонент	Кількість	Постіна складова, мс	Змінна складова, мс	Сумарна за компонентами, мс
Кодувальник	2	15		30
Пакетизація	2	5		10
Інтерфейсна 100 Мбіт/с	4	0,001		0,004
Інтерфейсна 1000 Мбіт/с	14	0,001		0,014
Затримка в постановки в буфер маршрутизатора	5		5	25
Затримка в постановки в буфер комутатора	3		2	6
Затримка в лінї зв'язку	4,5 км	0,006		0,027
Загальна затримка в одному боці, мс				71,045

Порівнюючи дані зведені в таблицях 4.1, 4.2 та отримані в таблиці 4.3, затримка в 71,045 мс повністю задовольняє користувачів в плані якості обслуговування, і є прийнятною для більшості.

4.3 Висновки

Наведена глава дипломного проекту присвячена аналізу параметрів QoS для послуги IP-телефонія. За пропускною здатністю для даної послуги параметри якості обслуговування забезпечені в повному обсязі (розрахунки параметрів навантаження на канали зв'язку приведені в першій главі), був проведений розрахунок затримки.

Розрахункова ділянка в мережі є найдовшою і складається з 18 ліній зв'язку загальною довжиною 4,5 км, 5 маршрутизаторів, 3 комутаторів та 2 IP-телефонів. При розрахунку загальної затримки в ділянці були враховані як змінні так і постійні компоненти затримки.

Затримка на розрахунковій ділянці склала 71,045 мс, що повністю задовольняє користувачів в плані якості обслуговування, і є прийнятною для більшості.

5 IP-ПРОЕКТВУАННЯ

5.1 Розподіл адресного простору

Існує декілька способів розподілу адресного простору серед користувачів в мережі:

- географічний – розподіл проводиться зліва направо, або зверху вниз;
- структурний – для кожного структурного підрозділу виділяється власний діапазон;
- топологічний – розподіл проводиться в відповідності з топологією мережі.

Мережа, що проектується побудована на маршрутизаторах, доцільно використовувати топологічний спосіб розподілу адресного простору. В таблиці 5.1 наведений виконаний розподіл адресного простору для користувачів мережі зі вказанням адрес шлюзів..

Таблиця 5.1 – Розподіл IP-адрес в мережі

Найменування вузла	Кількість робочих станцій	50% запас	Мережа	Маска	Шлюз
Заводоуправління	636	1024	10.0.0.0	255.255.252.0	10.0.0.1
Цех №11	59	128	10.0.5.0	255.255.255.128	10.0.5.1
Цех №2	70	128	10.0.5.128	255.255.255.128	10.0.5.129
Цех №8	84	128	10.0.6.0	255.255.255.128	10.0.6.1
Цех №16	81	128	10.0.6.128	255.255.255.128	10.0.6.129

В таблиці 5.2 наведений розподіл адрес ліній зв’язку на рівні транспортної мережі

Таблиця 5.2 – Адреси портів до яких підключені лінії зв’язку

Вузол А	Адреса	Вузол Б	Адреса
Заводоуправління	10.10.10.1/30	Цех №11	10.10.10.2/30
Заводоуправління	10.10.10.18/30	Цех №16	10.10.10.17/30
Цех №11	10.10.10.5/30	Цех №2	10.10.10.6/30
Цех №2	10.10.10.9/30	Цех №8	10.10.10.10/30
Цех №8	10.10.10.13/30	Цех №16	10.10.10.14/30

В таблиці 5.3 наведений розподіл адресного простору серверного устаткування за вузлами

Таблиця 5.3 – Визначення адрес серверного устаткування

Тип устаткування	Порт сервера	Порт маршрутизатора
Завдоуправління Сервер БД	10.10.10.38/30	10.10.10.37/30
Завдоуправління Сервер керування	10.10.10.30/30	10.10.10.29/30
Завдоуправління файловий сервер	10.10.10.34/30	10.10.10.33/30
Цех №11 Сервер керування	10.10.10.22/30	10.10.10.21/30
Цех №2 Сервер керування	10.10.10.30/30	10.10.10.29/30
Цех №8 Сервер керування	10.10.10.34/30	10.10.10.33/30
Цех №16 Сервер керування	10.10.10.26/30	10.10.10.25/30

5.2 Розробка та налаштування моделі

В програмному пакеті Packet Tracer розробимо модель мережі. На рисунку 5.1 наведена розроблена модель.

Модель складається з транспортної мережної структури побудованої на маршрутизаторах та мережі доступу, що побудована на комутаторах. Надалі необхідно провести налаштування мережі та розподіл адресного простору.

Призначення адрес клієнстьким машинам будемо проводити вручну, тобто статично.

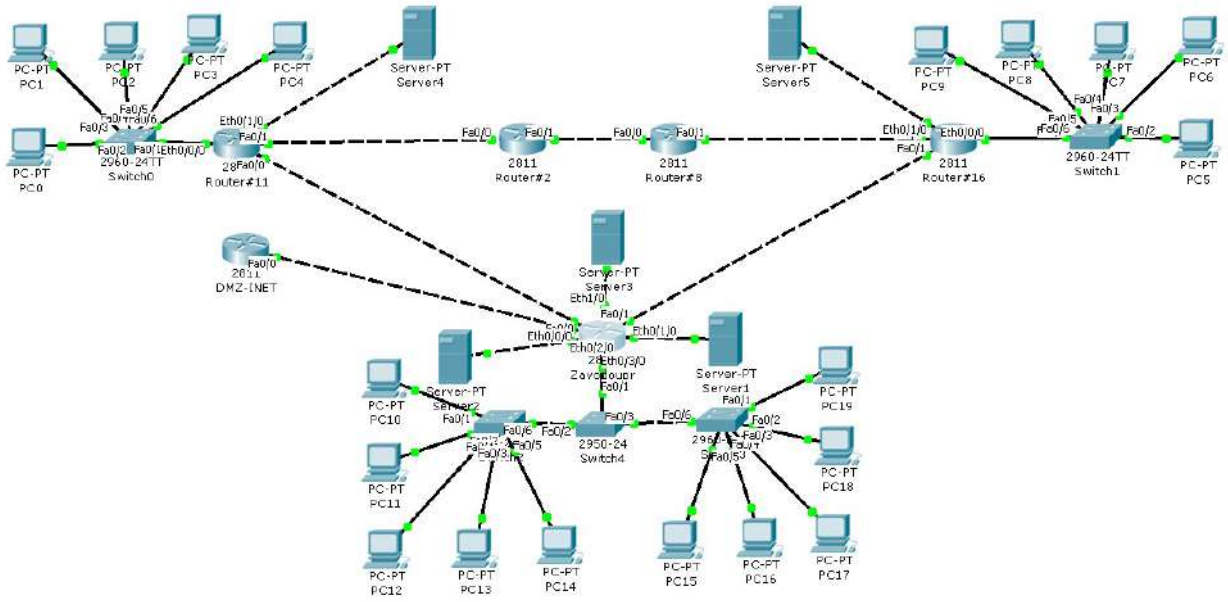

Рисунок 5.1 – Модель мережі

На прикладі центрального маршрутизатора проведемо привласнення адрес портам маршрутизаторів:

```
Router_Zavodoupr>enable
Router_Zavodoupr#configure terminal
Router_Zavodoupr(config)#interface FastEthernet0/0
Router_Zavodoupr(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.252
Router_Zavodoupr(config-if)#no shutdown
```

Аналогічні налаштування необхідно провести на всіх залишившихся портах маршрутизатора та на інших маршрутизаторах.

Після визначення адрес всіх мережних інтерфейсів необхідно провести конфігурацію маршрутної інформації. На сьогоднішній день розрізнюють статичну та динамічну маршрутизацію. Статична маршрутизація є недоцільною в рамках мережі що проектується тому що в мережі досить велика кількість підмереж та є можливість використання резервних зв’язків. На разі будемо використовувати протоколи динамічної маршрутизації. Серед загально відомих слід виділити наступні – RIP, EIGRP та OSPF.

Використання протоколу RIP є недоцільним з огляду його моральної застарілості, та використання в якості метрики кількості переходів. Протокол

маршрутизації OSPF більш продвинутий, як показник метрики використовується пропускна здатність каналу. Більш цікавим є використання протоколу маршрутизації EIGRP.

У перші роки існування комп'ютерних мереж, RIP домінував серед протоколів маршрутизації, але в міру росту мереж, мережі, що достигнули межі в 15 переходів установленого RIP, вимагали скасування цього обмеження. Протокол EIGRP є розвитком протоколу RIP. На відміну від RIP, що використовує в якості метрики кількість переходів, протокол маршрутизації EIGRP використовує наступні параметри:

- міжмережна затримка;
- пропускна здатність;
- навантаження;
- надійність.

На підставі даних параметрів обчислюється метрика маршруту.

Маршрутизатори EIGRP періодично посилають відновлення своїх таблиць маршрутизації безпосередньо пов'язаним з ними сусідами. Відновлення посилають кожні 90 секунд. Якщо відновлення не прийшло протягом 270 секунд, то маршрут позначається як неактивний. Якщо відновлення не прийшло після 630 секунд, то маршрут віддаляється з таблиці. Так само можна поміняти таймери відновлень за допомогою команди «`timers basic`».

Для того, щоб увійти в режим конфігурування eigrp, необхідно набрати команду «`router eigrp` {номер автономної системи(АС)}». АС можна розглядати як набір мереж або середовищ із загальним елементів маршрутизації. До автономних систем можна звертатися як до самостійних об'єктів, адресуючи дані цілої мережі. В рамках мережі що проектується, всі маршрутизатори представляють собою єдину автономну систему. Далі за допомогою команди «`network` {ip address} {EIGRP wild card bits}» задається мережа, що безпосередньо підключена до маршрутизатора й про існування

якої наш маршрутизатор буде повідомляти своїх сусідів. На прикладі центрального маршрутизатора заповнемо таблицю маршрутизації:

```
      Router_Zavodoupr(config)#router eigrp 10 // входимо в режим конфігурування маршрутизації
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.3 // об’являємо мережу до маршрутизатора №11
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 10.10.10.16 0.0.0.3 // об’являємо мережу до маршрутизатора №16
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 10.10.10.28 0.0.0.3 // об’являємо мережу до серверу БД
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 10.10.10.32 0.0.0.3 // об’являємо мережу до серверу керування
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 10.10.10.36 0.0.0.3 // об’являємо мережу до файлового серверу
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.3.255 // об’являємо локальну мережу що підключена до маршрутизщатора
      Router_Zavodoupr(config-router)#network 203.84.52.0 0.0.0.3 // об’являємо зовнішню мережу
```

Після проведення налаштування на всіх маршрутизаторах таблиць маршрутизації можна подивитися таблицю маршрутизації на головному маршрутизаторі:

```
Router_Zavodoupr#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set
     10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 4 masks
D       10.0.0.0/8 is a summary, 00:46:17, Null0
C       10.0.0.0/22 is directly connected, Ethernet0/3/0
D       10.0.5.0/25 [90/284160] via 10.10.10.2, 00:29:49, FastEthernet0/0
D       10.0.6.128/25 [90/284160] via 10.10.10.17, 00:49:36, FastEthernet0/1
C       10.10.10.0/30 is directly connected, FastEthernet0/0
D       10.10.10.4/30 [90/30720] via 10.10.10.2, 00:29:49, FastEthernet0/0
D       10.10.10.8/30 [90/33280] via 10.10.10.17, 00:49:36, FastEthernet0/1
```

```
                    [90/33280] via 10.10.10.2, 00:29:49, FastEthernet0/0
D       10.10.10.12/30 [90/30720] via 10.10.10.17, 00:49:36, FastEthernet0/1
C       10.10.10.16/30 is directly connected, FastEthernet0/1
D       10.10.10.20/30 [90/284160] via 10.10.10.2, 00:29:49, FastEthernet0/0
D       10.10.10.24/30 [90/284160] via 10.10.10.17, 00:49:36, FastEthernet0/1
C       10.10.10.28/30 is directly connected, Ethernet0/1/0
C       10.10.10.32/30 is directly connected, Ethernet1/0
C       10.10.10.36/30 is directly connected, Ethernet0/2/0
     203.84.52.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D       203.84.52.0/24 is a summary, 00:46:17, Null0
C       203.84.52.0/30 is directly connected, Ethernet0/0/0
```

Після проведення налаштування параметрів маршрутизації, необхідно реалізувати інформаційну модель, тобто розмежувати доступ до ресурсів мережі. Для реалізації таких прави використовуються списки доступу – ACL. Списки контролю доступу є основою систем з виборчим керуванням доступом.

Списки доступу використовуються в цілому ряді випадків і є загальним механізмом завдання умов, які роутер перевіряє перед виконанням яких-небудь дій. Деякі приклади використання списків доступу:

- керування передачею пакетів на інтерфейсах;
- керування доступом до віртуальних терміналів роутера й керування через SNMP;
- обмеження інформації, переданої динамічними протоколами роутинга.

В таблиці 5.2 співставленні абонентські групи – класи користувачів та сервіси мережі (Інтернет та сервери) за відповідними вузлами – маршрутизаторами.

Розрізняють стандартні та розширені списки доступу. Стандартні списки доступу перевіряють адресу відправника пакета, розширені списки доступу перевіряють адресу відправника, адресу одержувача й ще ряд параметрів пакета. З огляду на розрізненість адресного простору та вузлів,

способу підключення серверного устаткування будемо використовувати розширені списки доступу.

Таблиця 5.2 – Вимоги до списків доступу

Вузел	Група	адреса	Інтернет	Сервер БД	Сервер файловий	Сервер керування
				10.10.10.38/30	10.10.10.34/30	10.10.10.30/30
Заводо-управлін-ня	Група А	10.0.0.2-4, 10.0.3.1-3	+	+	+	+
	Група Б	10.0.0.5, 10.0.3.4	-	+	-	+
	Група В	10.0.0.6, 10.0.3.5	-	+	+	-
Вузел	Група	адреса		10.10.10.38/30	10.10.10.34/30	10.10.10.22/30
Цех № 11	Група А	10.0.5.2	+	+	+	+
	Група Б	10.0.5.3-4	-	+	-	+
	Група В	10.0.5.5-6	-	+	+	-
Вузел	Група	адреса		10.10.10.38/30	10.10.10.34/30	10.10.10.26/30
Цех № 11	Група А	10.0.6.130	+	+	+	+
	Група Б	10.0.6.131-133	-	+	-	+
	Група В	10.0.6.134	-	+	+	-

Для вузла заводоуправління та його серверів реалізуємо списки доступу. Створимо список доступу за номером 101 для організації взаємодії з сервером БД:

```
Router_Zavodoupr(config)#ip access-list extended 101 // створюємо розширений список доступу за номером 101
Router_Zavodoupr(config-ext-nacl)#deny icmp host 10.10.10.30 10.10.10.38 0.0.0.3 // забороняємо вихід 10.10.10.30 до серверу БД
Router_Zavodoupr(config-ext-nacl)#deny icmp host 10.10.10.34 10.10.10.38 0.0.0.3 // забороняємо вихід 10.10.10.34 до серверу БД
Router_Zavodoupr(config-ext-nacl)#deny icmp host 10.10.10.22 10.10.10.38 0.0.0.3 // забороняємо вихід 10.10.10.22 до серверу БД
Router_Zavodoupr(config-ext-nacl)#deny icmp host 10.10.10.26 10.10.10.38 0.0.0.3 // забороняємо вихід 10.10.10.26 до серверу БД
Router_Zavodoupr(config-ext-nacl)#permit icmp any any // дозволяєо всім іншим користуватися сервером БД
```

Далі необхідно накласти правила доступу на інтерфейс до якого підключений сервер БД – Eth 0/2/0:

```
Router_Zavodoupr(config)#int eth 0/2/0
Router_Zavodoupr(config-if)#ip access-group 101 out
```

Проведемо аналогічне налаштування для залишивхихся портів маршрутизатора та на кожному з маршрутизаторів.

Далі необхідно провести налаштування роботи служби NAT для організації доступу до мережі Інтернет.

Перетворення адрес методом NAT може виконуватися маршрутизатором, сервером доступу, між мережним екраном. Найбільш популярним є SNAT, суть механізму якого складається в заміні адреси джерела (англ. source) при проходженні пакета в одну сторону й зворотній заміні адреси призначення (англ. destination) у відповідному пакеті. Поряд з адресами джерело/призначення можуть також замінятися номера портів джерела й призначення.

Крім source NAT (надання користувачам локальної мережі із внутрішніми адресами доступу до мережі Інтернет) часто застосовується також destination NAT, коли пакети ззовні транслюються міжмережним екраном на сервер у локальній мережі, що має внутрішню адресу й тому недоступний ззовні мережі безпосередньо (без NAT).

Існує 3 базові концепції трансляції адрес: статична (Static Network Address Translation), динамічна (Dynamic Address Translation), маскарадна (NAPT, PAT). Механізм NAT визначений в RFC 1631, RFC 3022.

Наведемо приклад налаштування NAT на маршрутизаторі Router_ Zavodoupr. Налаштування адрес на відповідних інтерфейсах вже виконано, необхідно призначити інтерфейсам їх тип та безпосередньо налаштувати службу NAT :

```
Router_Zavodoupr#conf term
Router_Zavodoupr(config)#int fa 0/0
Router_Zavodoupr(config-if)#ip nat in
Router_Zavodoupr(config-if)#ip nat inside
Router_Zavodoupr(config-if)#int fa 0/1
Router_Zavodoupr(config-if)#ip nat inside
Router_Zavodoupr(config-if)#int eth 0/3/0
Router_Zavodoupr(config-if)#ip nat inside
Router_Zavodoupr(config-if)#int eth 0/O/0
```

```
Router_Zavodoupr(config-if)#ip nat outside
```

Запишемо правило трансляції адрес, з вказівкою транслювати всі адреси пакетів що прийшли з внутрішньої мережі в адресу інтерфейсу що направлений до зовнішньої мережі:

```
Router_Zavodoupr(config)#ip nat inside source list 10 interface ethe 0/0/0 overload
```

Останнім, що необхідно зробити – налаштувати список доступу 10, який дозволяє користувачам вихід до мережі інтернет:

```
Router_Zavodoupr(config)#ip access-list standard 10
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.0.2
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.0.2
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.0.3
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.0.4
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.3.1
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.3.2
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.3.3
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.5.2
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#permit host 10.0.6.130
Router_Zavodoupr(config-std-nacl)#deny any
```

5.3 Аналіз роботи мережі

Перевірки роботи протоколу EiGRP виконаємо за допомоги команди *tracert*. Перевіримо маршрут між файловим сервером (10.10.10.34) та робочою станцією (10.0.6.130):

```
PC>tracert 10.10.10.34 // мережа є цілісною
Tracing route to 10.10.10.34 over a maximum of 30 hops:
  1    94 ms     65 ms     62 ms     10.0.6.129
  2    63 ms     62 ms     78 ms     10.10.10.18
  3    157 ms    111 ms    126 ms    10.10.10.34
Trace complete.
PC>tracert 10.10.10.34 // розірваний зв’язок між центральним маршрутизатором та маршрутизатором №16
Tracing route to 10.10.10.34 over a maximum of 30 hops:
```

```
  1    94 ms     31 ms     47 ms     10.0.6.129
  2    125 ms    94 ms     125 ms    10.10.10.13
  3    112 ms    157 ms    156 ms    10.10.10.9
  4    203 ms    203 ms    203 ms    10.10.10.5
  5    203 ms    266 ms    250 ms    10.10.10.1
  6    266 ms    235 ms    221 ms    10.10.10.34
Trace complete.
```

Перевірку роботи ACL також проведемо за допомогою команди *tracert*, та *ping* з вузла 10.0.6.132:

```
PC>tracert 10.10.10.34
Tracing route to 10.10.10.34 over a maximum of 30 hops:
  1    140 ms    63 ms     78 ms     10.0.6.129
  2    78 ms     78 ms     94 ms     10.10.10.13
  3    172 ms    93 ms     79 ms     10.10.10.9
  4    96 ms     187 ms    187 ms    10.10.10.5
  5    127 ms    156 ms    188 ms    10.10.10.1
PC>ping 10.10.10.34
Pinging 10.10.10.34 with 32 bytes of data:
Reply from 10.10.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 10.10.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 10.10.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 10.10.10.1: Destination host unreachable.
Ping statistics for 10.10.10.34:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

Як бачимо списки доступу налаштовані вірно.

5.4 Висновки

В наведеній главі дипломного проекту був визначений адресний простір для активного устаткування мережі та ліній зв’язку. Для термінального устаткування та для ліній зв’язку використовуються адреси з простру 10.0.0.0 та 10.10.10.0.

Для реалізації мережі буде використаний статичний спосіб розподілу адресного простору. В рамках об’єкту проектування буде використаний

протокол динамічної маршрутизації EIGRP. Для реалізації прав доступу в мережі використані списики доступу – ACL.

Для перевірки правильності розподілу адресного простору, та використаних протоколів була розроблена модель в програмному пакеті PacketTracer, яка і підтвердила правильність проведених налаштувань.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В якості об’єкту проектування виступає телекомунікаційна мережа ПАТ «ТКШЗ». З обслуговуючого персоналу телекомунікаційної мережі задіяний один співробітник – системний адміністратор.

Службові обов’язки вимагають від співробітника проводити майже весь робочий день за персональними комп’ютерами. Зважаючи на це, необхідно визначити основні вимоги до приміщення, де буде розміщено робоче місце співробітника.

6.1 Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці співробітника ІТ-відділу

Експлуатація ПК супроводжується впливом на організм комплексу факторів трудового процесу й виробничого середовища. У результаті наступають зміни функціонального стану центральних нервових, серцево-судинної систем організму, що характеризуються вираженою напругою. Зміни, що накопичуються в процесі роботи, приводять до ризику розвитку певних захворювань.

Основними шкідливими факторами, пов'язаними з роботою на ПК є:

- напруга зорових органів і пов'язані з ним стомлення, захворювання й побічні ефекти;
- значне навантаження на пальці й кисті рук, що при відсутності профілактики й медичного контролю можуть викликати професійні захворювання;
- тривале знаходження в одній і тій же позі, що викликає застійні явища в організмі, що може сприяти різним захворюванням;

– випромінювання різного виду при використанні відеомоніторів на електронно-променевих трубках (м'яке рентгенівське випромінювання, ультрафіолетове випромінювання, видиме випромінювання, інфрачервоне випромінювання, низько й високочастотне електромагнітне випромінювання, електростатичні поля;
– механічні шуми, пов'язані з роботою електронно-механічного друкувального пристрою (принтера), вентиляторів системи охолодження, приводів читання CD-дисків і вібрація;
– іонізація повітря;
– накопичення в повітрі робочого приміщення шкідливих хімічних речовин (біфеніли, озон, триметілфосфат, фуран).

Дослідження науково-дослідного інституту гігієни праці й профзахворювань указали на зміни у функціональному стані зорового аналізатора в ході виробничої діяльності фахівців, що працюють із відеотерміналами, наприкінці 4 години роботи. Вищенаведені фактори сприяють виникненню у робітників різноманітних професійних захворювань (захворювання органів зору, хронічний тендовагініт, координаторні неврози, бурсити, невріти, остеохондрози, кистьовий тунельний сіндром, астенотопія, комп’ютерна алергія, офтальмопатія, захворювання шкіри, радіохвильова хвороба та інш.).

6.2 Заходи щодо поліпшення умов праці робітників

Робочим приміщенням, у якому розташований телекомунікаційний вузол ПАТ «ТКШЗ», є кімната розмірами 6 метрів на 4 метри. У приміщенні розташовані один комп’ютер потужністю 0,4 кВт, один монітор потужністю 0,2кВт, кондиціонер потужністю 2 кВт. Приміщення знаходиться на 1

поверсі будинку цегельної забудови і за своїми характеристиками цілком відповідає вимогам СНіП 2.09.04.-86.

До приміщення телекомунікаційного вузла й організації робочого місця з обліком шкідливих виробничих факторів пред'являється ряд вимог. (забезпечення необхідного мікроклімату згідно з ГОСТ 12.1.005-88, встановлення кондиціонера разом з іонізатором та очисником повітря, застосування антистатичного покриття для підлоги, виконання необхідних вимог до облаштування робочих місць з ПК та з іншими приладами, боротьба з шумом, застосування захисних екранів для моніторів ПК і спеціальних окулярів з комп'ютерним спектральним фільтром, виконання медичних протипоказань до праці з ПК та інш.).

Приміщення у якому знаходиться робоче місце з ПК повинно мати природне освітлення, бажано з однобічним розміщенням світопрорізів, площа осклянілості яких не повинна перевищувати 25% від площі стіни. Віконні прорізи в приміщенні з ПК повинні мати регульовані жалюзі чи занавеси, чи інші сонцезахисні пристрої.

Не допускається розташування робочих місць із ПК у підвальних і цокольних поверхах. Робочі місця з ПК рекомендується розміщати в окремих приміщеннях. Площа на одного працюючого з ПК повинна складати 6 $м^2$, обсяг - 20 $м^3$ (НПАОП 0.00-1.31-99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин).

Неприпустиме розташування ПК, при якому працюючий звернений обличчям або спиною до вікон чи кімнати задньої частини ПК, у яку монтуються вентилятори.

Забороняється застосовувати для обробки інтер'єра приміщень із ПК полімерні матеріали (древісностружечні плити, шпалери що миються, плівкові і рулоні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик і ін.), що виділяються в повітря шкідливі хімічні речовини, що перевищують гранично припустимі концентрації.

6.2.1 Розміщення робочих місць

Розглянемо облаштованість робочих місць із ПК на прикладі телекомунікаційного вузла телекомунікаційної мережі ПАТ «ТКШЗ». Схематично приміщення вузла представлено на рисунку 6.1. При аналізі облаштованості робочих місць із ПК виявлені такі порушення:

– робочій стіл №1 розташований не вірно, працюючий повинен знаходитися таким чином, щоб світло з вікна падало збоку не на спину або в обличчя.

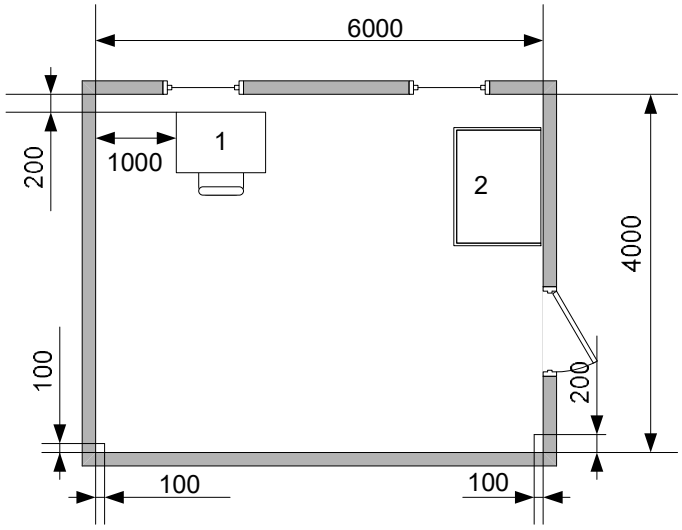

Рисунок 6.1 – Розташування робочих місць на центральному вузлі

На рисунку 6.2 наведена схема розташування робочих місць згідно з загальновідомими вимогами.

Відповідно до проведених досліджень рекомендується провести такі заходи щодо поліпшення робочих місць:

– розвернути робочі столи боком до стіни з відстанями до найближчих стін не менше 1 м, таким чином, щоб світло падало збоку.

– шафу (№2) поставити в нижній лівий кут.

У такий спосіб робочі місця користувача ПК у відділі будуть розташовані згідно з ГОСТ і будуть мати вигляд, представлений на рисунку 6.2.

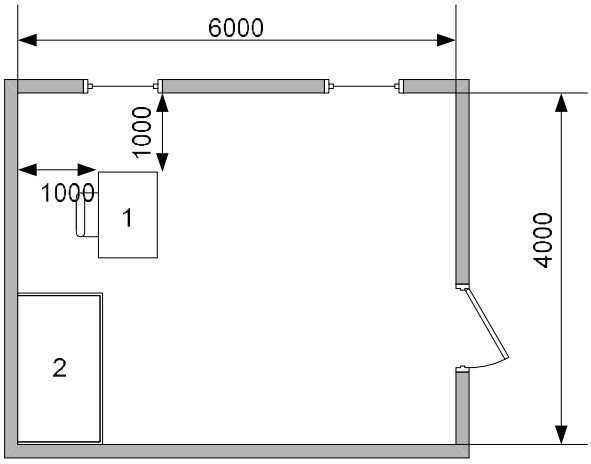

Рисунок 6.2 – Правильне розташування робочих місць

У всьому іншому облаштованість робочої кімнати відповідає ГОСТ:

– приміщення, у якому перебувають робочі місця із ПК мають природне висвітлення, з однобічним розміщенням вікон, площа вікон не перевищує 25% від площі стіни. Віконні прорізи в приміщення мають регульовані жалюзі;
– площа приміщення 20м^2, об’єм - 64м^3, тобто можна розмістити 3 робочі місця з ПК;
– дотримується відстань між столами, що перебувають біля стіни, - 1м;
– екран відеомонітора не використовується, бо застосовані рідкокристалічні монітори;
– висота робочої поверхні стола регулюється в межах 680-800мм;
– робочий стіл має простір для ніг висотою 600мм, шириною - 450мм;

- висота поверхні сидіння регулюється в межах 400-550мм. Ширина й глибина поверхні сидіння, 400мм. Поверхня сидіння плоска, передній край - закруглений. Передбачена можливість зміни кута нахилу поверхні від 15 град уперед ,до 15 град назад;
- опорна поверхня спинки стільця має висоту 300 плюс, мінус 20мм, ширину - 300мм і радіус кривизни горизонтальної площини - 400мм. Кут нахилу спинки у вертикальній площині регулюється в межах 0 плюс-мінус 30 градусів від вертикального положення. Відстань спинки від переднього краю сидіння регулюється в межах 260-400мм;
- робоче місце обладнане підставкою для ніг, що має ширину 300мм, глибину - 400мм, регулювання по висоті в межах до 150мм по куту нахилу опорної поверхні підставки - до 20 град. Поверхня підставки рифлена, бортик висотою 100мм по нижньому краї.

6.2.2 Розрахунок параметрів системи кондиціонування та вентиляції для приміщення телекомунікаційного вузла

У приміщенні відділу є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідні умови його вентилювання.

Витрату повітря в приміщенні з додатковим тепловиділенням визначаємо за формулою:

$$L=\frac{Q_{над}}{c\times p\left(\mathrm{t}_{в}-t_{н}\right)},\ \text{м}^3/\text{год}, \qquad (6.1)$$

де: $Q_{над}$ - надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

c - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг);

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/ м^3);

$t_в$ - температура витяжного повітря (30°с);

$t_н$ - температура приточного повітря (20°с).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за формулою:

$$Q_{над} = Q_{уст} + Q_{пер} + Q_{осв} + Q_{ср} \ , \qquad (6.2)$$

де: $Q_{уст}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{пер}$ - виділення тепла робітниками;

$Q_{осв}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{ср}$ - надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування по формулі:

$$Q_{уст} = P \times K_а \times K_б \times 860 \quad , \qquad (6.3)$$

де: P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

$K_а$ - коефіцієнт установленої потужності (0,95);

$K_б$ - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

Сумарне виділення теплової енергії в приміщенні становитиме:

$$Q_{уст} = [(1 \cdot 0{,}4) + (1 \cdot 0{,}2) + (1 \cdot 2)] \cdot 0{,}95 \cdot 1 \cdot 860 = 2125 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{пер} = n \times g, \qquad (6.4)$$

де: n - кількість працюючих;

g - кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.)

Розрахуємо:

$Q_{пер}$ = 1 х 100 = 100 ккал/год.

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення по формулі:

$$Q_{осв} = E_м \cdot g_1 \cdot S, \quad (6.5)$$

де: $E_м$ - нормована освітленість для цієї зорової роботи приймаємо рівним 400 лк;

g_1 - питоме тепловиділення на 1 м^2 підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп - 0,05 ккал/год.).

S - площа приміщення, м^2.

Розрахуємо:

$$Q_{осв} = 400 \cdot 0{,}05 \cdot 24 = 480 ккал/год.$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна за формулою:

$$Q_{ср} = F \cdot g_2 \cdot K_{осл}, \quad (6.6)$$

де: F - площа віконних прорізів (1,55 м^2).

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м^2 віконного прорізу (65 ккал/год.).

$K_{осл}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо - 0,4.

Розрахуємо:

$Q_{ср}$=1,55·65·0,4 = 40,3 ккал/год.

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$Q_{над}$= 2125 + 100 + 480 + 40,3 = 2745,3 ккал/год.

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{2745,3}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (30 - 20)} = 944.83 м^3 / год$$

Існуюча в наявності система кондиціонування і вентилювання має продуктивність 1500 куб. м./годину, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.7.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно до даних санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати 22-24 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати 23-25 градусів Цельсія, рухливість повітря 0,1-0,2 метрів секунду, вологість 40-60 %. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату.

6.2.3 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності

Розміри приміщення: довжина (а=6 м), ширина (в=4 м), висота (h=3,2 м). Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття - $Р_{стелі}$ = 70%, $Р_{стін}$ = 50%. Висота робочих поверхонь (столів) $h_р$ = 0,7 м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвішуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_с$ =0,5 м. Мінімальна освітленість за нормами Е=400 лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_C = 3,2 - 0,5 = 2,7 \text{ м}, \quad (6.7)$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНіП П-4-79 повинна бути у межах 2,5 - 4,0 м, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку по відповідає цій вимозі.

2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею

$$h = h_0 - h_p = 2,7 - 0,7 = 2 \text{ м}, \quad (6.8)$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) і висотою їх підвісу (h).

3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ м}, \quad (6.9)$$

4) Розрахуємо необхідну кількість світильників

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{6 \cdot 4}{2,24^2} \approx 4, \quad (6.10)$$

Приймаємо 4 світильники, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 2 штуки.

5) Світловий потік лампи світильника визначається за формулою:

$$\Phi_л = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} ккал/год., \quad (6.11)$$

де: E - нормативна освітленість, лк;

$K_з$ - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп ;

S - площа приміщення, що освітлюється, м^2;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розжарювання (=1,15);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{6 \cdot 4}{3{,}2 \cdot (6+4)} = 0.75 \quad (6.12)$$

,

7) Знаходимо коефіцієнт використання (η = 0,58) для світильника УПМ-15 (при i= 0,76, $P_{стелі}$ =70%, $P_{стін}$ =50%)

8) Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 24 \cdot 0{,}7}{4 \cdot 0{,}58} = 2896.5 лм \quad (6.13)$$

,

9) Обираємо лампу з трьохсмуговим люмінофором (світлова отдача до 110 Лм/Вт), потужністю 30 вт, світловий потік якої становить 3000 лм. Хоча це значення на 5% більше розрахованого, однак не перевищує

встановлену норму (-0%<$\Delta\Phi_л$<+20%). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{св} = P \cdot N = 30 \cdot 4 = 120 \text{ вт}, \qquad (6.14)$$

5.3 Пожежна безпека

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони.

У приміщенні телекомунікаційного вузла телекомунікаційної мережі основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов’язковою для виконання всіма співробітниками.

В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється:

- улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок;
- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером;
- використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники без непальних підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.;

- захаращувати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не по призначенню, зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій;
- курити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непального матеріалу), проводити зварювальні та інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

По закінченню роботи необхідно:

- оглянути приміщення, переконатися у відсутності порушень, що можуть спричинити пожежу;
- відключити освітлення, електроживлення приладів і устаткування.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватися тільки у справному стані. У випадку виявлення ушкоджень електромереж, вимикачів, розеток ті інших електровиробів варто негайно відключити їх і вжити необхідних заходів до приведення їх в пожаробезпечний стан.

6.4 Безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Об’єктом забезпечення на предмет визначення надзвичайних небезпек та їх наслідків є приміщенні телекомунікаційного вузла телекомунікаційної мережі. Однією із вірогідних загроз може бути раптове виникнення пожару внаслідок короткого замикання в електромережах або розрядів статистичної електрики, що може привести до пошкодження і руйнування будівлі, устаткування, комунікацій, виділення токсичних продуктів горіння.

Будинок, в якому розташований телекомунікаційний відділ, повинен бути обладнаним мережею протипожежного водо забезпечення, установками виявлення та гасіння пожеж відповідно до вимог нормативно-технічних документів. Кожний працівник повинен чітко знати та виконувати вимоги ППБ та протиаварійний режим на об'єкті, уміти користуватися наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння і знати місце їхнього перебування.

Меблі й устаткування повинні розміщатися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держати вільними, нічим не захаращувати. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях потрібні триматися у справному стані.

У випадку виявлення пожежі слід:

- негайно повідомити державну пожежну охорону за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище;
- повідомити про пожежу керівництву, а в нічний час черговому охоронцю.

У разі можливості почати гасіння пожежі наявними засобами, організувати зустріч пожежних підрозділів.

При виникненні пожежі у початковій стадії її розвитку випромінюється тепло, токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при потрібності залишити окремі приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторі пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число

евакуаційних виходів повинно бути не менш двох. Вони повинні розташовуватися розосереджено. Мінімальна відстань l між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами із приміщення визначається за формулою:

$$l=1{,}5\sqrt{P}\ , \tag{6.15}$$

де: Р – периметр приміщення, м.

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися у напрямку виходу із будівлі (приміщення).

У кожному приміщенні на видному місці повинен бути вивішений план евакуації при пожежі (рисунок 6.3).

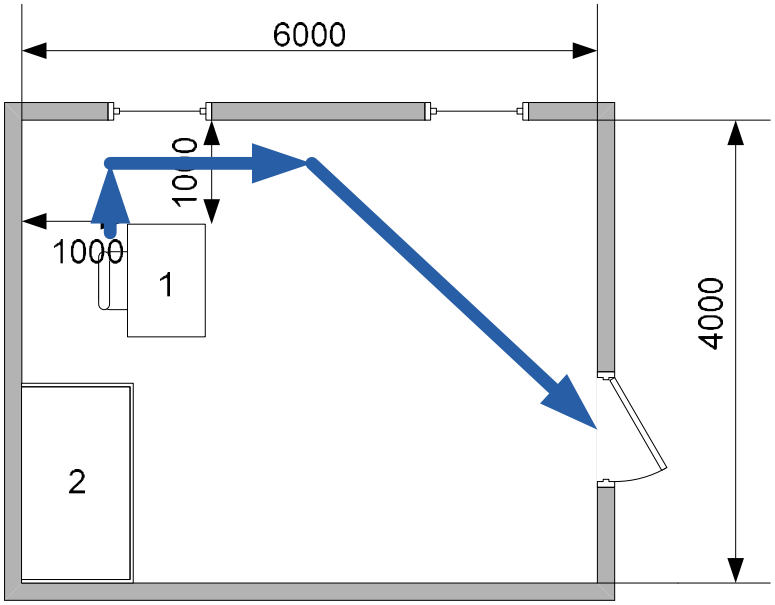

Рисунок 6.3 – План евакуації при пожежі

При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину.

При виникненні пожежі, після виклику пожежної охорони, необхідно попередити про це усіх, хто знаходиться поруч, після чого евакуюватися самому і по можливості допомогти евакуюватися іншим, особливо особам літнього віку і дітям, попереджаючи при цьому виникнення паніки. З метою обмеження циркуляції повітря, яке здатне збільшувати швидкість горіння, покидаючи приміщення, закрийте за собою усі двері, якщо це можливо. Перекрійте газ і відключіть електрику, але слід пам'ятати, що в першу чергу завжди необхідно покидати активну зону горіння, тобто місце в районі пожежі, де є присутнім задимлення і підвищена температура. Якщо пожежа виникла в приміщенні над вами і безпосередньої загрози для вас не спостерігається, то бажано виконати заходи зі зниження можливих втрат від води, яку проливають при гасінні пожежі. Для цього необхідно відключити всі електроприводи та прикрити їх поліетиленовою плівкою. Значно гірше, якщо пожежа виникла в приміщенні під вами – потрібно оцінити обстановку якщо є впевненість, що ще не має сильної задимленості з високою температурою, потрібно негайно покинути приміщення, рухаючись до виходу по коридорах і сходових кліткам.

Користуватися ліфтом категорично забороняється, за винятком ліфтів, які спеціально призначені для транспортування пожежної охорони. Шахта ліфта є шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо ви знаходитеся в приміщенні, де немає пожежі, але відрізани вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму і продуктів горіння в це приміщення, для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та інш.

Якщо приміщення все ж заповнено димом, необхідно підповзти до вікна, закрити при цьому рот та ніс змоченою тканиною, яка грає роль фільтру та в певної мірі захищає від продуктів горіння.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно зверніть на себе увагу. Ніколи не стрибайте через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-го поверху при пожежі смертельний).

6.5 Висновки

В заключному розділі дипломного проекту був проведений аналіз стану охорони та безпеки життя.

На підставі проведеного аналізу приміщення, де розташовані співробітники, було виявлено декілька недоліків, а саме неправильно розміщені робочі місця співробітників.

Розраховані параметри систем вентиляції та кондиціонування, визначена кількість та потужність пристроїв освітлення. Висунуті вимоги щодо системи пожежної безпеки та розроблений план евакуації в разі пожежі.

ВИСНОВКИ

В якості об’єкту проектування виступає велике промислове підприємство ВАТ «ТКШЗ», що розташовано в місті Краматорськ Донецької області. Структурно підприємство складається з 19 виробничих ділянок та будівлі заводоуправління. На виробництві та адміністративному сектторі задіяно 18 тис. осіб. Існуюча телекомунікаційна мережа підприємства є морально та фізично застарілою і потребує негайної заміни та розробки якісно нового рішення.

В рамках першої глави дипломного проекту був наданий стислий аналіз господарчої діяльності об’єкту проектування та визначені основні вимоги до мережі що проектується. Проведений аналіз абонентського складу, по результатам якого було визначено, що загальна кількість телефонних апаратів, що повинні обслуговуватись на підприємстві становить 463 (наразі існують 163 користувача), 456 одиниць комп’ютерної техніки та 11 серверів. Мережа що проектується повинна надавати послуги телефонного зв’язку та мережі передачі даних. Для зручності розрахунку трафіку та визначення напрямів розподілення навантаження визначені чотири класи користувачів та відповідні ним типи послуг в мережі. На підставі класів та послуг була розроблена інформаційна модель взаємодії.

Виходячи з проведеного розподілу абонентського складу за послугами та класами був проведений розрахунок параметрів навантаження в телекомунікаційній мережі що проектується. Вихідними даними були наступні:

- кількість користувачів;
- тривалість сеансу зв'язку;
- частота викликів в ГНН;
- максимальна швидкість;
- пачечність.

В якості базової технології для надання послуг телефонії обрана технологія IP-телефонії.

В результаті проведеного розрахунку трафіку, загальний трафік мережі становитиме суму трафіку кожної з послуг і складатиме – 1004,877 Мбіт/с. Проаналізувавши отримані дані та інформаційну модель слід сказати, що для надання послуг інтернет необхідна пропускна здатність зовнішнього каналу 27,08 Мбіт/с, в бік серверу БД необхідна пропускна здатність складає 778,241 Мбіт/с (майже 0,5 Гбіт/с потребує будівля заводоуправління), в бік серверу УТП – 157,184 Мбіт/с, в бік файлового серверу – 30,4933 Мбіт/с, для надання послуг телефонного зв’язку як локального, так і з правом виходу до ТМЗК – 11,875 Мбіт/с.

Надалі необхідно було визначити кількість необхідних сполучних ліній з ТМЗК для надання послуг телефонного міського та міжміського зв’язку. Для цього була використана таблиця Кендела-Башаріна для норми втрат 0,001 та визначено навантаження що створюють абоненти. Згідно з значенням отриманим навантаженням в 112,56 Ерл, кількість необхідних зовнішніх з’єднувальних ліній для надання послуг телефонного зв’язку склала 142 лінії.

У другій главі дипломного проекту був зроблений вибір способу побудови мережі, розроблена топологія, визначені технології використовувані на мережі, швидкості й типи каналів зв'язку. В якості базової топології використовується зірка, на магістральних каналах (що поєднують між собою віддалені комутаційні вузли) використана технологія 1000 Base-LX, канали виконані оптоволоконним кабелем. На рівні доступу використовується технологія 100 Base-T з кабельної інфраструктурою UTP cat 5e, яка в подальшому при необхідності забезпечить модернізацію мережі до швидкості 1000 Мбіт/с, шляхом заміни комутаційного обладнання. У заключній частині наведена структурна схема мережі з детальним описом.

В рамках третьої глави дипломного проекту був проведений апаратний синтез мережі, обране устаткування.

В якості маршрутизаторів та серверру IP-телефонії обраний маршрутизатор Cisco серії 2811, який доповнений інтерфейсною платою NM 8A/s.

Комутатор розподілу – QSW-2100, комутатор доступу – QSW-2900. Пасивні компоненти для реалізації СКС виробництва компанії Qtech. В відповідності до обраного устаткування була розроблена схема СКС та схема з'єднань в мережі.

Четверта глава дипломного проекту присвячена аналізу параметрів QoS для послуги IP-телефонія. За пропускною здатністю для даної послуги параметри якості обслуговування забезпечені в повному обсязі (розрахунки параметрів навантаження на канали зв'язку в першій главі), був проведений розрахунок затримки.

Розрахункова ділянка в мережі є найдовшою і складається з 18 ліній зв'язку загальною довжиною 4,5 км, 5 маршрутизаторі, 3 комутаторів та 2 IP-телефонів. При розрахунку загальної затримки в ділянці були враховані як змінні так і постійні компоненти затримки.

Затримка на розрахунковій ділянці склала 71,045 мс, що повністю задовольняє користувачів в плані якості обслуговування, і є прийнятною для більшості.

В п'ятій главі дипломного проекту був визначений адресний простір для активного устаткування мережі та ліній зв'язку. Для термінального устаткування та для ліній зв'язку використовуються адреси з простру 10.0.0.0 та 10.10.10.0.

Для реалізації мережі буде використаний статичний спосіб розподілу адресного простору. В рамках об'єкту проектування буде використаний протокол динамічної маршрутизації EIGRP. Для реалізації прав доступу в мережі використані списики доступу – ACL.

Для перевірки правильності розподілу адресного простору, та використаних протоколів була розроблена модель в програмному пакеті PacketTracer, яка і підтвердила правильність проведених налаштувань.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАННЬ

1. Методичні рекомендації до курсового проекту за курсом "Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж" для студентів заочної форми навчання по спеціальності 7.091402 "Телекомунікаційні системи та мережі" / Укл.: доц.. Дегтяренко І.В. - Донецьк: ДонНТУ, 2007.- 43 с.
2. Альваро Ретана, Дон Слайс, Расс Уайт «Принципи проектування корпоративних IP-мереж» 368 стор., с іл.; ISBN 5-8459-0248-7, 1-57870-097-3; серія Cisco Press; 2002, 1 кв.; Вільямс.
3. http://book.itep.ru/
4. А.Н.Назаров. Моделі й методи розрахунку структурно-мережних параметрів мереж АТМ.-М.:Наука,2002.-315з
5. Структуровані кабельні системи. Стандарти, компоненти, проектування, монтаж і технічна експлуатація/Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. - М.: Компьютерпресс, 1999. - 488 с.
6. "Проектування й впровадження комп'ютерних мереж. Навчальний курс" Палмер, Питер-Пресс, 2004
7. http://wikimapia.org/#lat=47.1536826&lon=37.5619984&z=15&l=0&m=w
8. http://www.tkshz.com
9. http://uk.wikipedia.org

ДОДАТОК А – План підприємства та заводоуправління

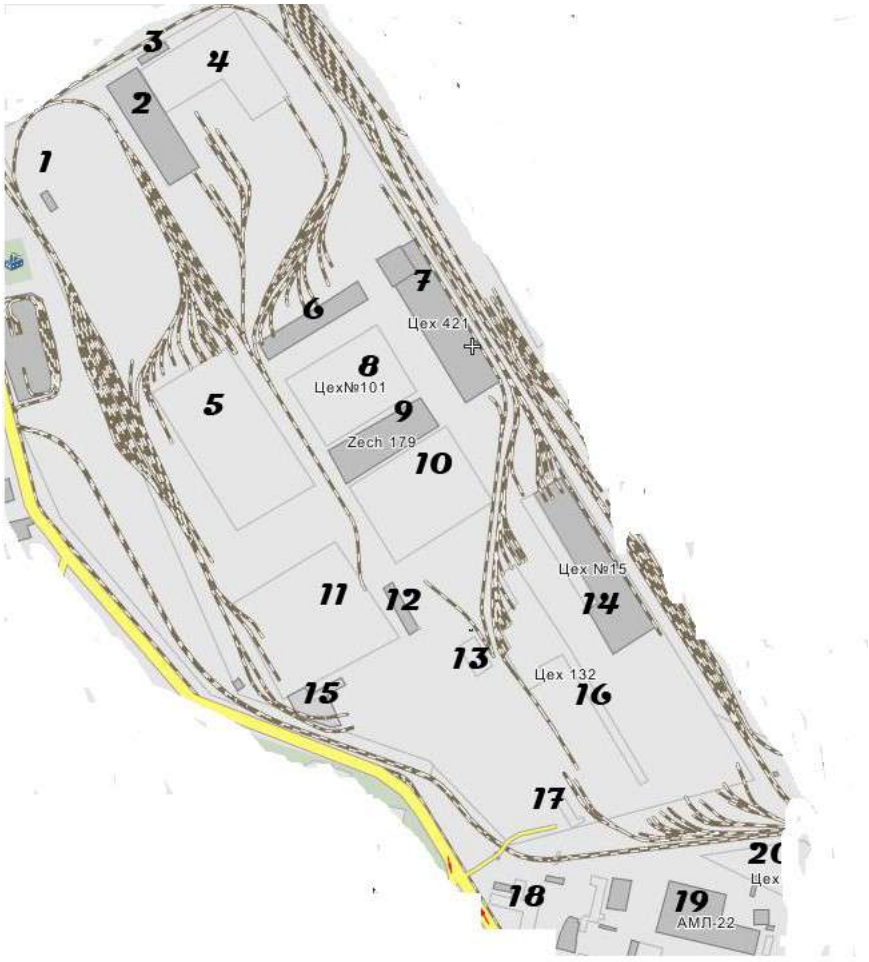

Рисунок А.1 – План підприємства

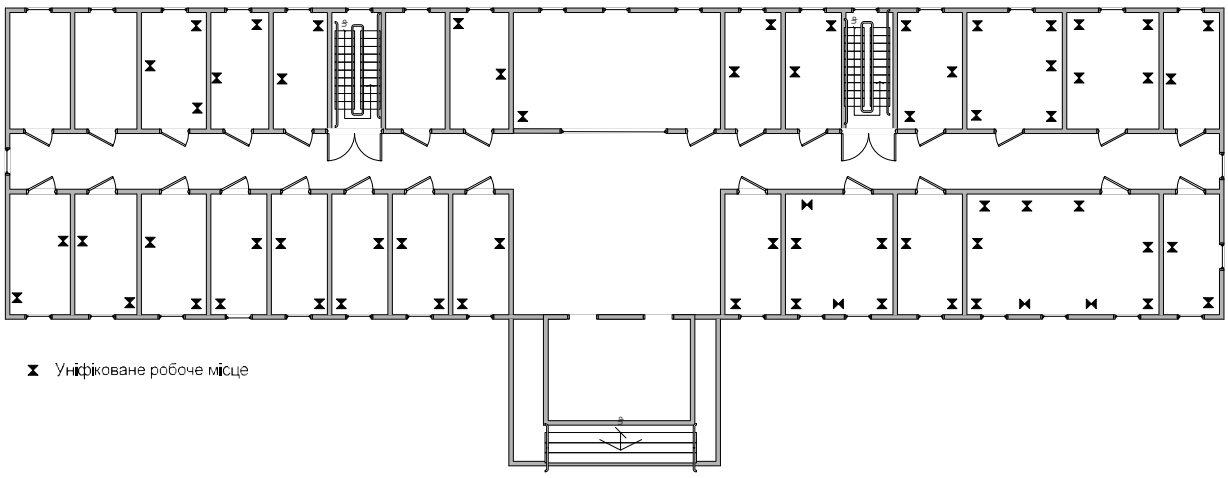

Рисунок А.2 – План першого поверху заводоуправління

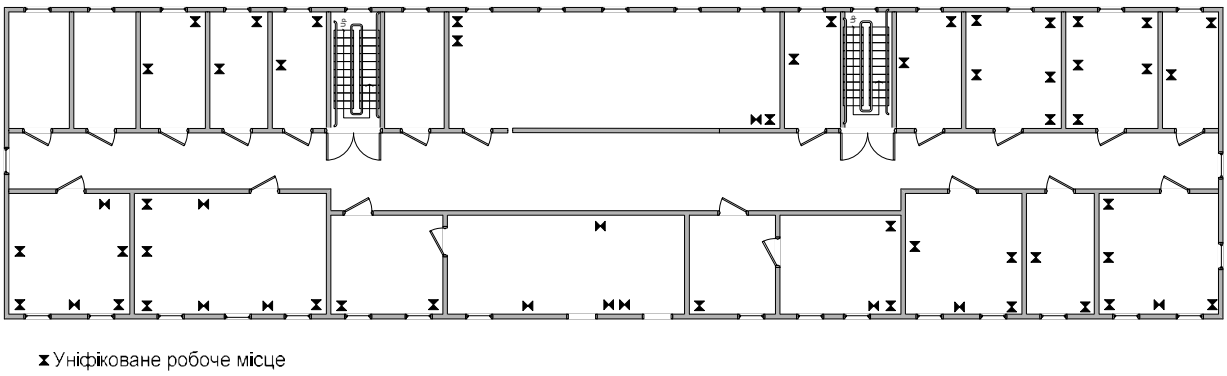

Рисунок А.3 – План другого поверху заводоуправління

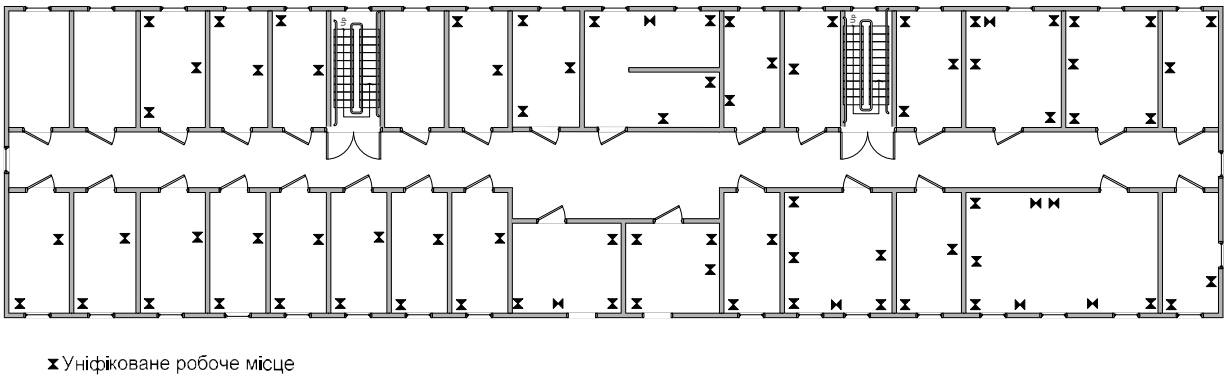

Рисунок А.4 – План третього поверху заводоуправління

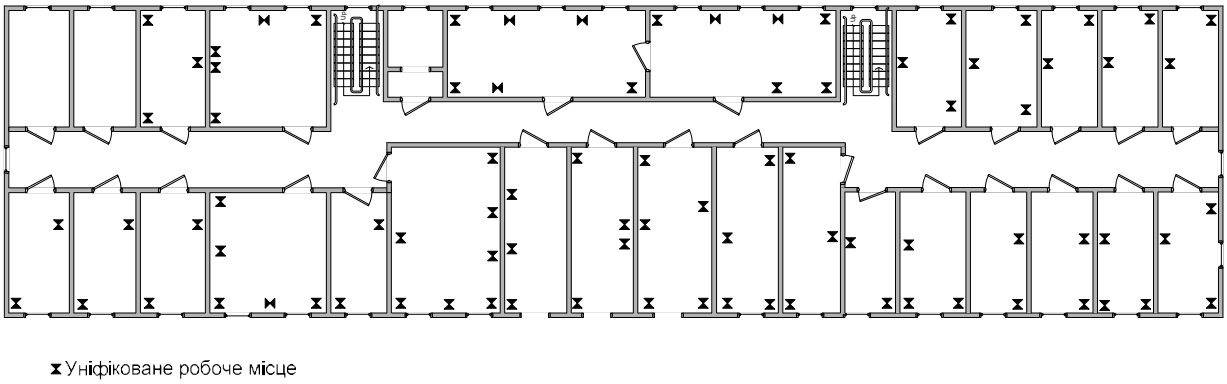

Рисунок А.5 – План четвертого поверху заводоуправління

ДОДАТОК Б – Топологія мережі

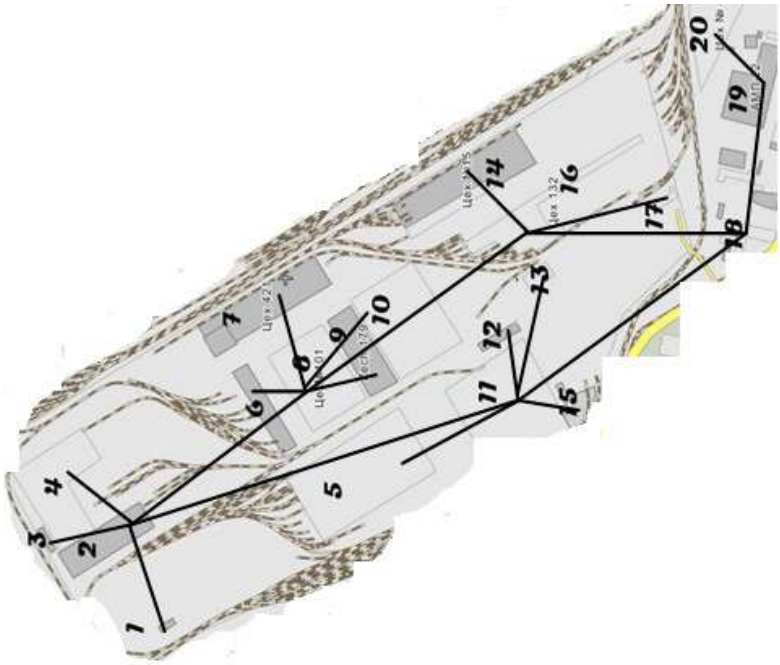

Рисунок Б.1 – Топологія мережі

ДОДАТОК В – Специфікація

Таблиця В.1 – Специфікація

Найменування	Кількість	Опис
Активне устаткування		
Cisco -2960/48	21	Комутатор доступу
Cisco -2960/24	13	Комутатор доступу
Cisco -1100	5	Комутатор розподілу
Cisco 2811	5	Центральний маршрутизатор
Пасивне устаткування		
Molex -QS 24	1	телекомунікаційна шафа центрального вузла
Molex -QS 9	23	телекомунікаційна шафа віддаленого вузла
Molex -ОКН-4х8/100	11 км	кабель оптичний одномодовий
Molex -ВП-4х2	35 км	кабель кручена пара
Molex -ОП-4-SC	20	оптична патч-панель
Molex -ПП-24-UTP-45	53	мідна патч-панель
Molex -PC-SC-1,5	40	патч-корд оптичний
Molex -PC-UTP-0,5	1272	патч-корд мідний

ДОДАТОК Г – Схема СКС

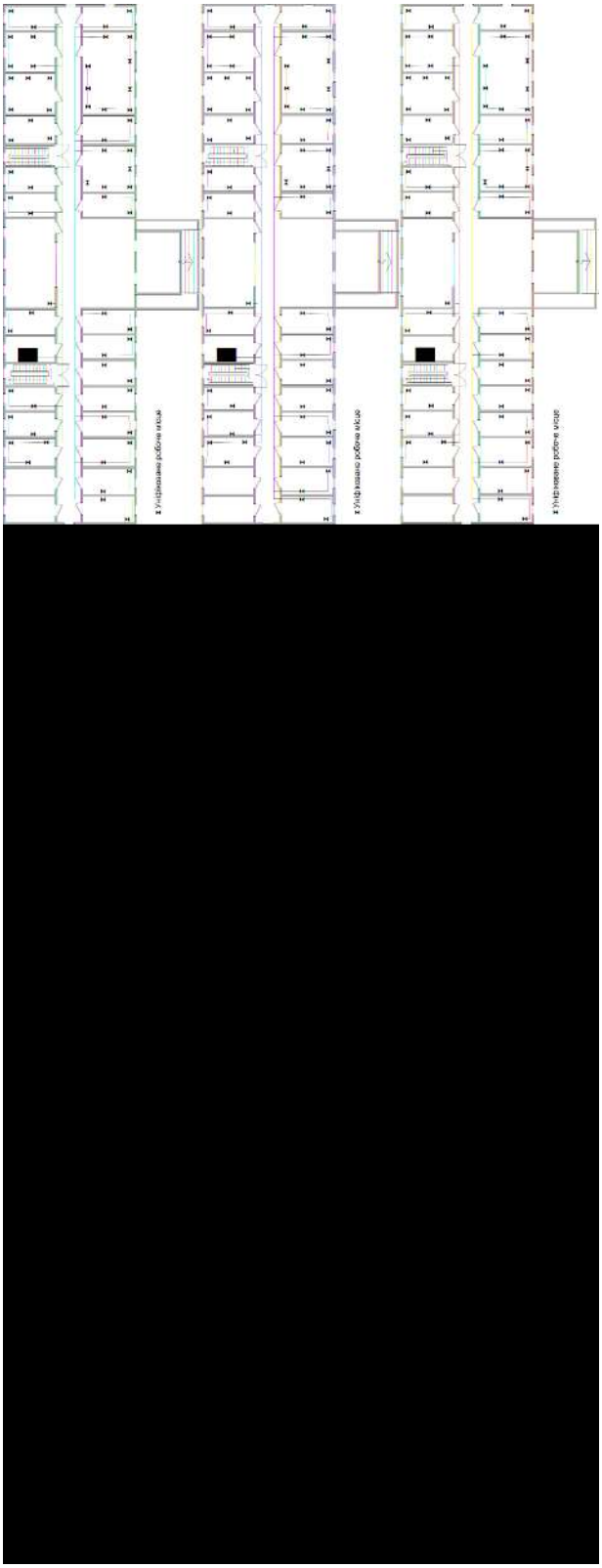

Рисунок Г.1 – Схема горизонтальної СКС

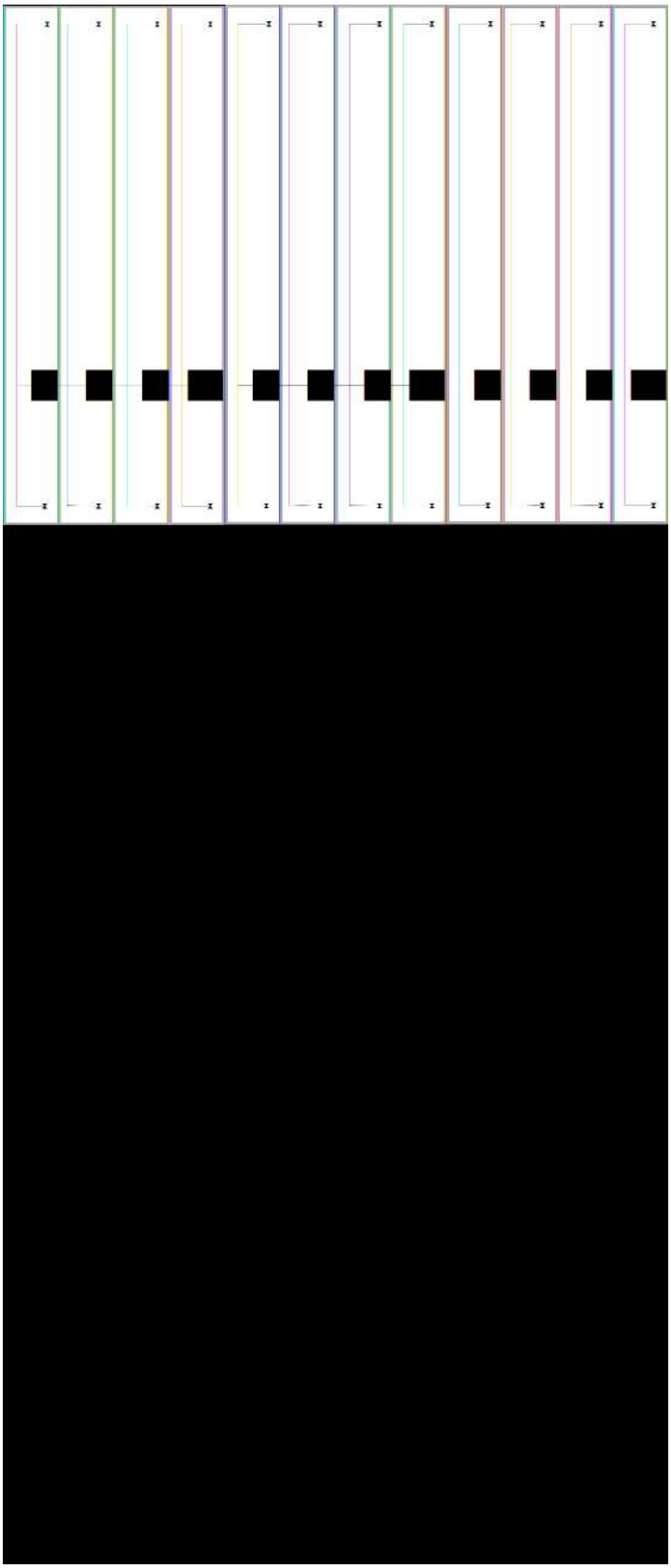

Рисунок Г.2 – Схема вертикальної СКС

ДОДАТОК Д – Схема з’єднань

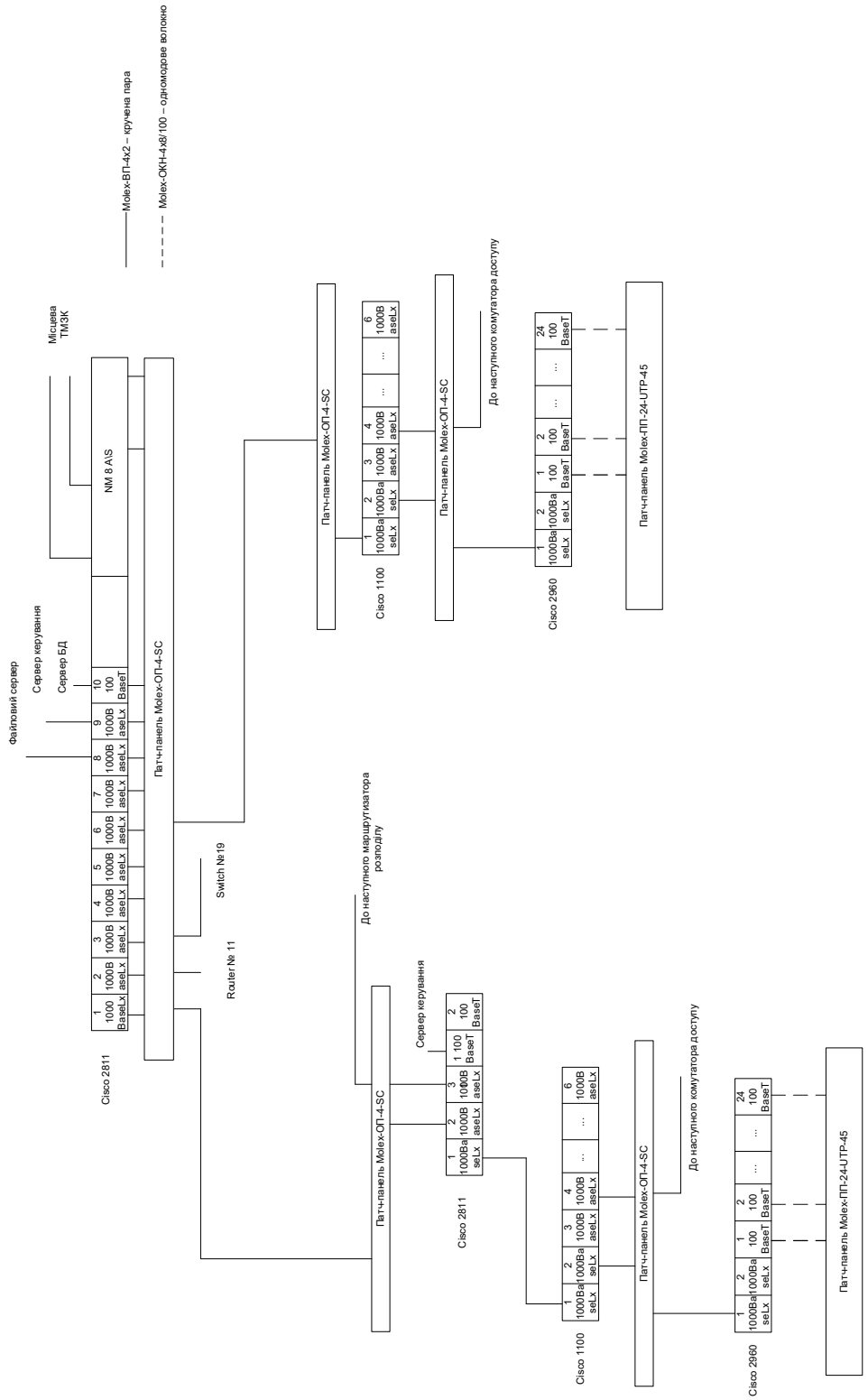

Рисунок Д.1 – Схема з’єднань