

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 «Розробити телекомунікаційну мережу офісного центру "VECTOR"»

Виконав: студент 4 курсу, групи ТКР-16
(шифр групи)

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

Чуйков Андрій Миколайович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник к.т.н., доцент каф. АТ Воропаєва А.О.
(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)

Допустити до захисту:

Декан фКІТАЕР

_____ Е.А. Петелін
(підпис та дата)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____
секретар ДЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробити телекомунікаційну мережу офісного центру "VECTOR"»

Виконав студент групи ТКР-16

(підпис, дата)

Чуйков А.М.

(ініціали, прізвище)

Керівник

(підпис, дата)

к.т.н., доц. Воропаєва А.О.

(ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій

(підпис, дата)

к.т.н., доц. В.В.Поцєпась

(ініціали, прізвище)

Консультанти

(підпис, дата)

(ініціали, прізвище)

(підпис, дата)

(ініціали, прізвище)

(підпис, дата)

(ініціали, прізвище)

Нормоконтролер

(підпис, дата)

ст. викл. Д.О.Жуковська

(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

Чуйкову Андрію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)Ц

1. Тема роботи «Розробити телекомунікаційну мережу офісного центру
"VECTOR"»

керівник роботи: Воропаєва А.О.

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

затверджені наказом від “ ____ ” ____ року №

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: результати науково-дослідної роботи,
переддипломної практики

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

- 1) Огляд найбільш близьких технічних рішень.
- 2) Структурна схема телекомунікаційної мережі офісного центру "VECTOR".
- 3) Функціональна схема телекомунікаційної мережі офісного центру "VECTOR"/
- 4) Апаратний синтез мережі
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - 1) Структурна схема.
 - 2) Функціональна схема
 - 3).Схема IP-мережі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об'єкта	25.04.2020	
2	Огляд існуючих рішень	29.04.2020	
3	Розробка структурної схеми	02.05.2020	
4	Вибір технічних засобів	05.05.2020	
5	Розробка функціональної схеми	10.05.2020	
6	Розробка апаратного синтезу	15.05.2020	
7	Розробка ІР-проекткування	19.05.2019	
8	Охорона праці	26.05.2019	
9	Оформлення	31.05.2019	

Студент

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Лист зауважень

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

АНОТАЦІЯ

Чуйков А. М. Розробити телекомунікаційну мережу офісного центру "VECTOR"/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 172 телекомунікації та радіотехніка. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 82 сторінки, складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліка використаних джерел з 20 найменувань, 12 рисунків, 28 таблиць, 2 додатків.

Дипломна робота направлена на забезпечення сучасними високоякісними послугами телекомунікацій абонентів бізнес-центру «VECTOR» на вул. Студентська 5-7 знаходиться в місті Києві, Шевченківському районі.

Виявлено, що використання змішаної топології мережі: транспортна – кільце, доступу – зірка, вирішує надійності та економічні показники в роботі. В роботі підібране обладнання та представлені його технічні характеристики. В якості модернізації телекомунікаційну мережу офісного центру «VECTOR» розроблено алгоритм роботи IP-проекування адресного простору та налаштування моделі.

Ключові слова: ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ, КОМПЛЕКС, МЕРЕЖА, МОДЕЛЬ, АНАЛІЗ, СИСТЕМА, КОМП'ЮТЕР, ІНТЕРНЕТ, ТРАФІК, СТРУКТУРА, КАТЕГОРІЯ, АБОНЕНТ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	11
1.1 Загальні відомості про об'єкт та абонентів	11
1.1.1 Характеристика та опис об'єкту	11
1.2 Відомості про послуги, які надаються	18
1.2.1 Тенденції розвитку телекомунікаційних мереж	18
1.2.2 Характеристика послуг, розробка інформаційної моделі.....	19
1.3 Розрахунок трафіку	23
Висновки до розділу 1	28
2 ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ.....	30
2.1 Вибір топології мережі	30
2.2 Вибір технології транспортної мережі.....	31
2.3 Вибір технології мережі доступу.....	33
2.3.1 Оптичні технології FTTx.....	34
2.3.2 Технології абонентського доступу	35
2.4 Побудова структурної схеми мережі	38
2.4.1 Синтез структурної схеми мережі.....	38
2.5 Розробка функціональної схеми мережі	39
Висновки до розділу 2	42
3 АППАРАТНИЙ СИНТЕЗ МЕРЕЖІ	44
3.1 Обґрунтування і вибір обладнання.....	44
3.2 Вибір обладнання рівня доступу і розподілу	44
3.3 Вибір маршрутизаторів рівня ядра.....	47
3.4 Вибір обладнання VoIP і IPTV	49
3.5 Схема з'єднань	52
3.6 Опис СКС	53
Висновки до розділу 3	55
4 IP-ПРОЕКТУВАННЯ.....	56

4.1 Вибір IP-адрес мережі.....	56
4.2 Налаштування обладнання мережі.....	57
Висновки до розділу 4	60
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	61
5.1 Охорона праці на підприємствах зв'язку.....	61
5.1.1 Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці за персональним комп'ютером.....	61
5.1.2 Заходи щодо поліпшення умов праці робітників	63
5.1.3 Розміщення робочих місць.....	64
5.1.4 Розрахунок параметрів системи кондиціонування та вентиляції	66
5.1.5 Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для приміщення, в якому використовуються зорові роботи високої точності	69
5.2 Пожежна безпека та безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві.....	72
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТОК А. Структурна схема мережі.....	81
ДОДАТОК Б. Функціональна схема мережі	82

ВСТУП

Тенденція розвитку телекомунікаційної мережі почала ХХІ століття повинна відповідати часу, тобто бути високоорганізованою, інтелектуальною, автоматизованою, відповідати технічному рівню високорозвинених країн світу, забезпечувати передачу різноманітних повідомлень і надання користувачам широкого спектру послуг з високою якістю і надійністю. Технічний вигляд мережі визначає впровадження передових технологій, що забезпечують її модульність, гнучкість, економічність і найвищі потенційні можливості.

Будь-які мережі характеризуються великими капітальними витратами. Тому проектування мережі повинно здійснюватися з метою досягнення оптимального рішення. Якісне рішення можна досягнути за допомогою планування і прогнозування, які ґрунтуються на статистичних даних.

Отже, потрібно створити таку мережу, що не потребує зміни існуючої, була легко розгортаємою, дешевою, та змогла надавати існуючи, і навіть нові послуги абонентам.

Метою проектування мережі є забезпечення сучасними високоякісними послугами телекомунікацій абонентів бізнес-центру «VECTOR» на вул. Студентська 5-7 знаходиться в місті Києві, Шевченківському районі.

Для досягнення поставленої мети треба виконати **ряд задач**:

- наліз абонентського складу і типів послуг;
- аналіз інтенсивності трафіку;
- вибір архітектури мережі;
- апаратний синтез мережі;
- конфігурація обладнання (ІР-проектування);
- аналіз якості проекту шляхом моделювання;

– аналіз заходів з охорони праці та техніки безпеки.

Об’єктом дослідження виступає бізнес-центру на вул. Студентська 5-7.

Предметом дослідження є впровадження сучасних інформаційних технологій у діяльність сучасного бізнес-центру.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота обсягом 82 машинописних сторінок, складається з вступу, п’яти розділів, висновків, переліка використаних джерел, що складається з 20 найменувань. Робота містить 12 рисунків, 28 таблиць, 2 додатки.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт та абонентів

1.1.1 Характеристика та опис об'єкту

Бізнес-центр «VECTOR» на вул. Студентська 5-7 знаходиться в місті Києві, Шевченківському районі. У декількох хвилинах ходьби розташована станція метро «Лук'янівська».

Технічний опис бізнес-центру:

Будівля класу «А», обладнана сучасними системами, які забезпечують безпечну, безперебійну і комфортну роботу:

7-поверхів.

Площа будівлі 3937,7 кв. м.

Сучасна система пожежної сигналізації.

Встановлено систему охорони і відеоспостереження.

Пропускна система за магнітними картками.

Сучасна система кондиціонування.

Можливість індивідуальної установки температурного режиму.

Офісний центр має в своєму розпорядженні затишним рестораном для гостей і співробітників бізнес-центру, територія навколо офісного центру упорядкована, має сою зелену зону. Ведеться цілодобова охорона території та будівлі. У розпорядженні бізнес-центру дві парковки: наземна - на 20 автомобілів, підземна - на 9 автомобілів.

Офіси в бізнес-центрі на Студентській 5-7 мають приміщення різної площі. Загальна площа будівлі 4 736 кв.м. 7 типових поверхів по 585 кв.м. На рис. 1.1-1.7 представлено типові плани поверхів.

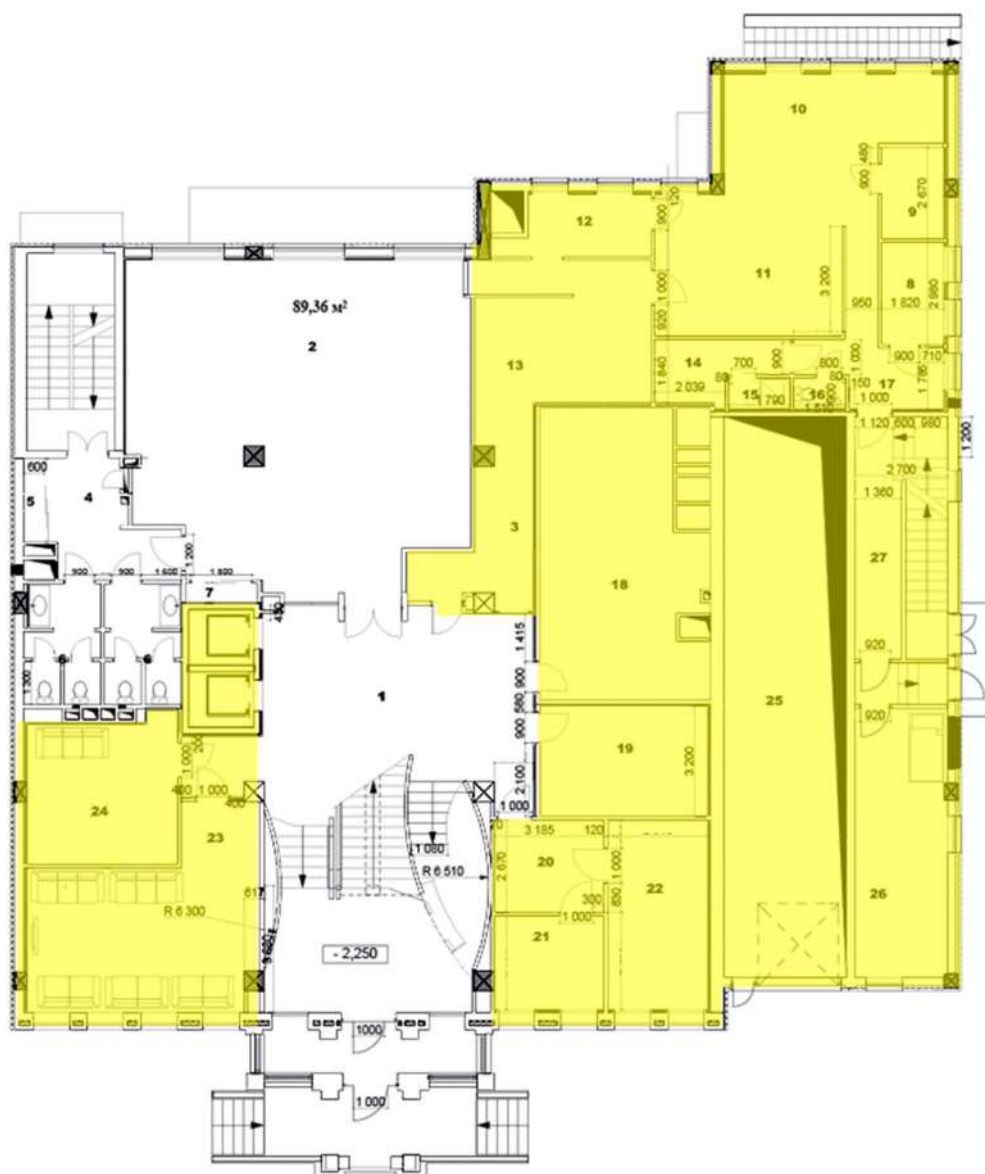


Рисунок 1.1 – План 1-го поверху



Рисунок 1.2 – План 2-го поверху

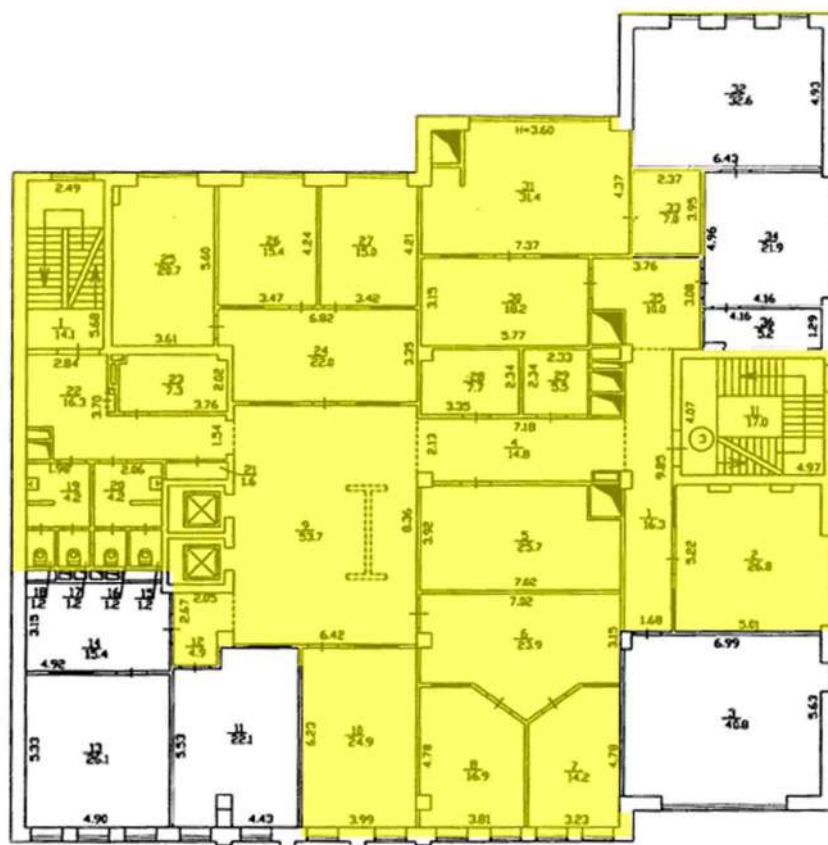


Рисунок 1.3 – План 3-го поверху

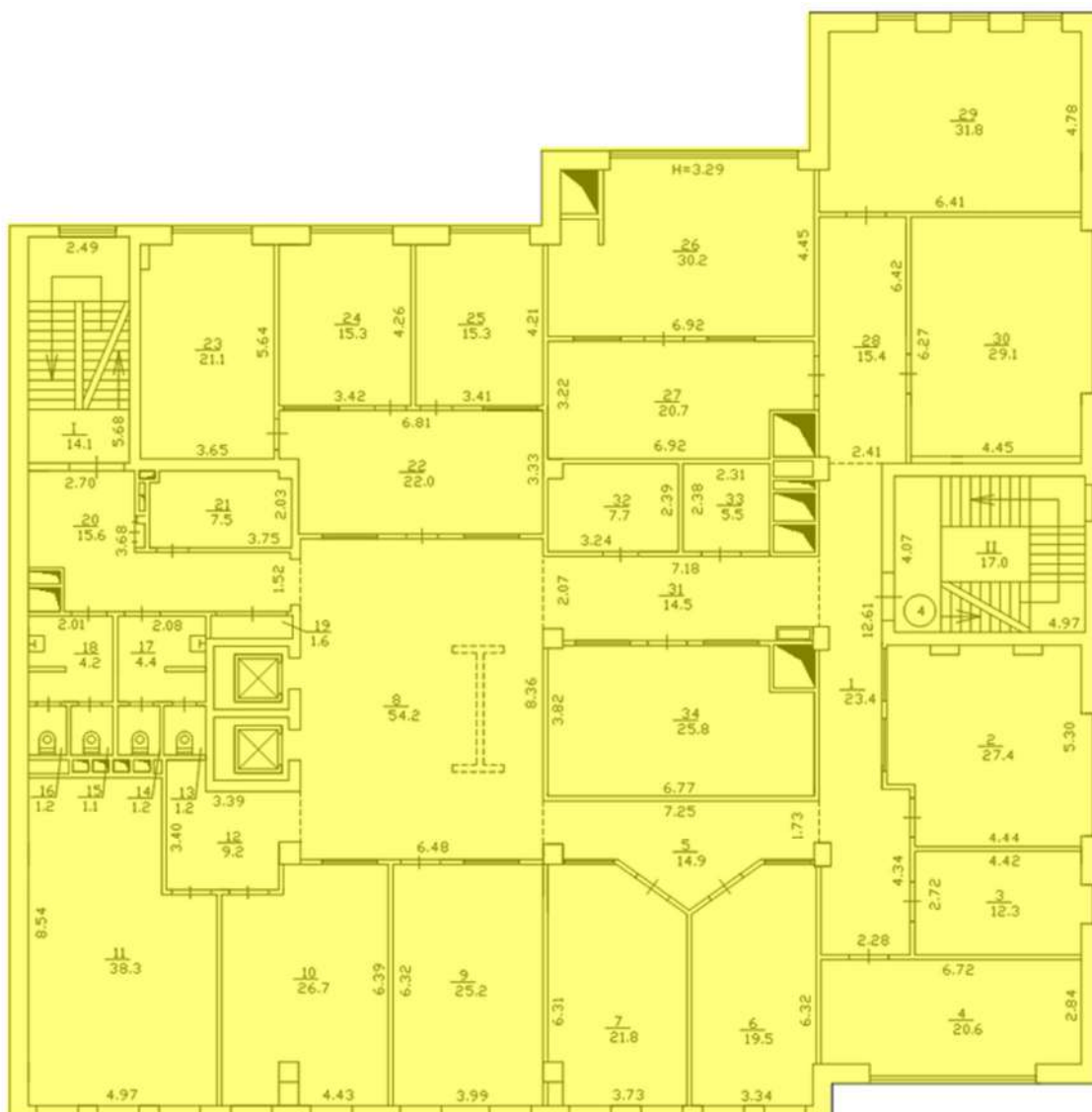
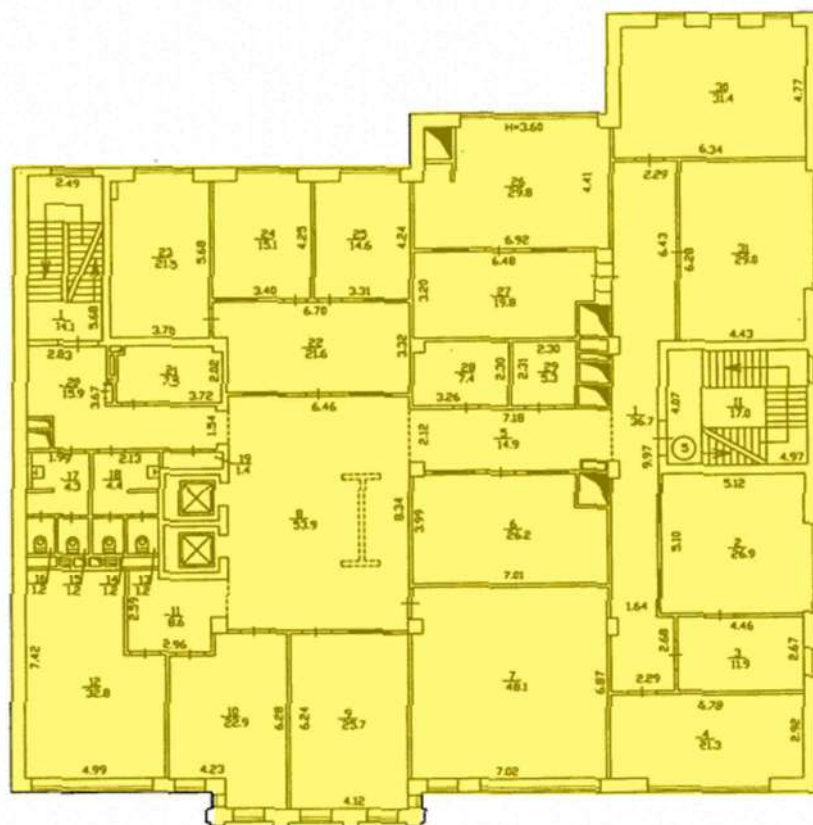


Рисунок 1.4 – План 4-го поверху



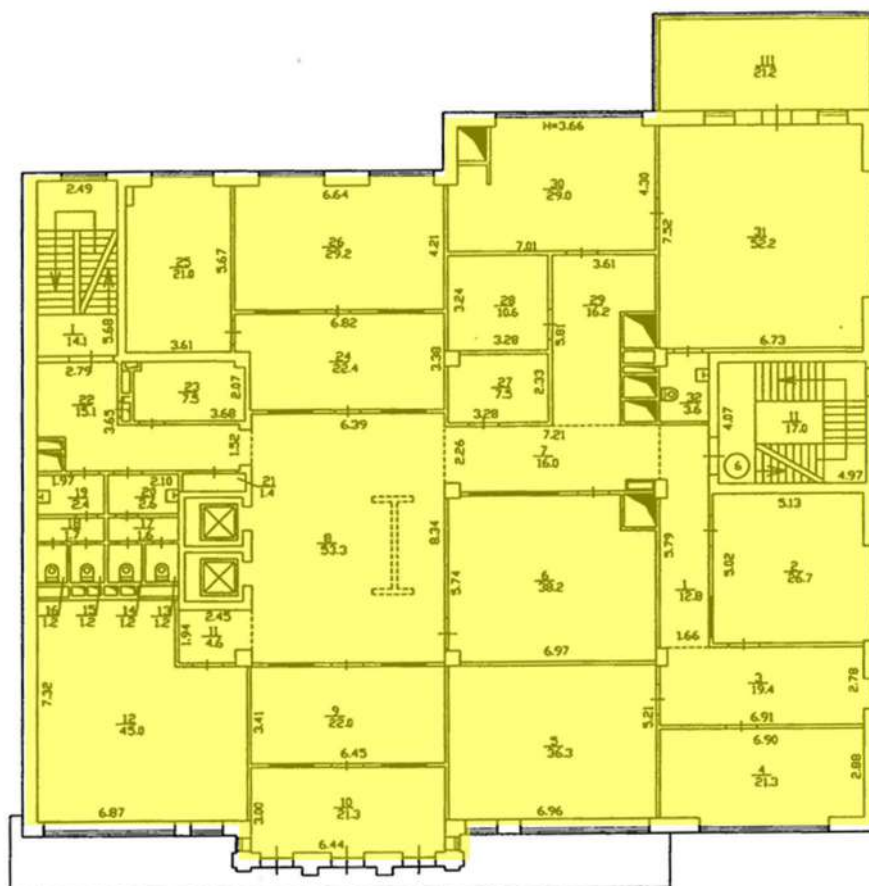


Рисунок 1.6 – План 6-го поверху

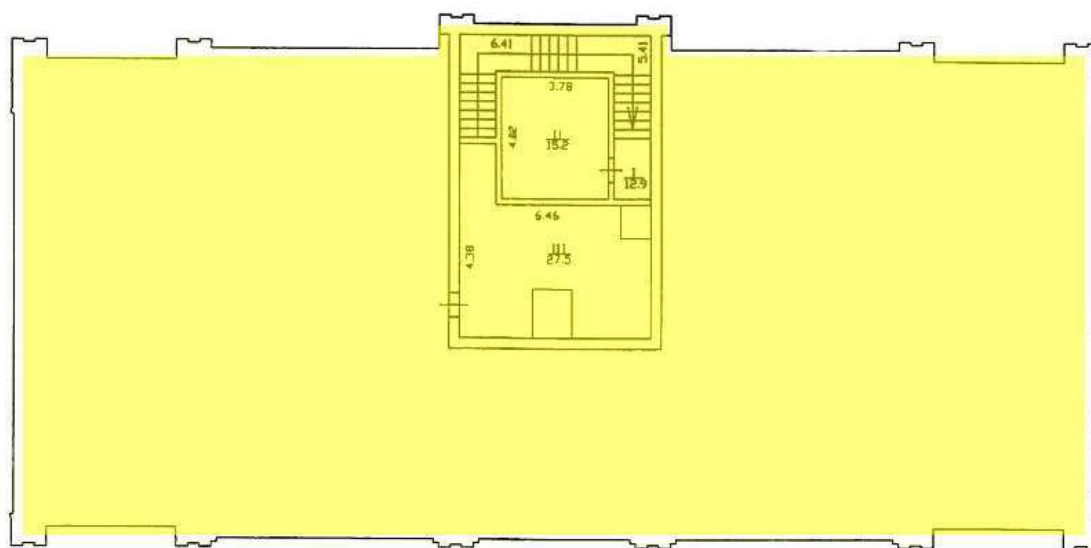


Рисунок 1.7 – План 7-го поверху. Технічний поверх

В таблиці 1.1 наведена характеристика абонентського складу по кожному з поверхів.

Таблиця 1.1 – Характеристика абонентського складу

№поверху	Кількість стаціонарних комп'ютерів	Кількість телефонних апаратів (+IP)	Кількість TV	Кількість камер спостереження
1	56	80	31	8
2	28	50	28	8
3	48	72	48	4
4	46	62	43	8
5	16	31	15	8
6	18	38	15	4
7	5	4	2	4
Всього	217	337	182	44

Загальна кількість активних: пристроїв на території бізнес-центру становить 780 одиниць, не включаючи Wi-Fi точки доступу. До складу активних пристроїв входять телефонні апарати (включаючи IP-телефони), комп'ютери та ноутбуки, камери системи відео спостереження.

1.2 Відомості про послуги, які надаються

1.2.1 Тенденції розвитку телекомунікаційних мереж

Зростання популярності мультисервісних мереж зв'язку – одна з найбільш помітних тенденцій ринку телекомунікаційних послуг за останні роки. На сьогодні побудова мультисервісних мереж з інтеграцією різних послуг є одним з найбільш перспективних напрямів розвитку телекомунікаційних мереж. Поява нових різноманітних інформаційних послуг не залишається непомітною для користувачів. Основне завдання мультисервісних мереж полягає в забезпеченні співіснування і взаємодії

різномірних комунікаційних підсистем в єдиному транспортному середовищі, коли для передачі звичайного трафіку (даних) і трафіку реального часу (голосу) використовується єдина телекомунікаційна інфраструктура.

При створенні мультисервісної мережі досягається:

- скорочення витрат на канали зв'язку;
- скорочення витрат на адміністрування і підтримку працездатності мережі, зменшення сукупної вартості системи;
- можливість проведення єдиної адміністративно-технічної політики в області інформаційного обміну;
- збільшення конкурентоспроможності організації за рахунок введення в операційну діяльність нових корпоративних сервісів і додатків і, як наслідок, підвищення продуктивності праці співробітників.

Однією з важливих рис мультисервісних мереж є підтримка якості обслуговування (QoS – Quality of Service), без чого впровадження нових послуг, таких як VoIP або відео за запитом, не є можливим через особливі характеристики трафіку цих типів

1.2.2 Характеристика послуг, розробка інформаційної моделі

У розробленій мережі будуть надані наступні послуги:

- послуги VoIP;
- послуги Інтернет;
- послуги IPTV;
- послуги зберігання і передачі файлів (музика, відео, фото, інформація) на базі FTP сервера;

Розглянемо кожен вид трафіку, який буде передаватися в мережі докладніше.

Послуга доступу в Інтернет. Ця служба не ставить спеціальних вимог до параметрів мережі. Оскільки політики якості обслуговування розглядають Інтернет-трафік як фоновий, він не стає «конкурентом» для застосунків

реального часу. Оптимальною моделлю для інтернет-трафіку є мережа з максимально можливою швидкістю доступу і розширенням доступної смуги пропускання. При цьому доступна смуга пропускання рівномірно розподіляється між активними клієнтами. Дана схема дозволить максимально задовольнити вимоги клієнтів.

Для досягнення необхідної якості сервісу з боку мережі необхідна підтримка механізмів QoS, забезпечення мінімальної затримки проходження трафіку передачі даних.

Сервіс VoIP. В рамках служби IP-телефонії можливе як надання стандартного телефонного сервісу, так і його розширення - за рахунок використання відеотелефонів різного типу (в тому числі програмних).

Розмір семплу залежить від типу кодека, який використовується в IP-телефонії, а також від тривалості семплу. Семпл - це елементарна одиниця корисної інформації, передає закодований голосовий фрагмент. Тривалість семплу є параметром налагодження устаткування; його можна встановлювати на власний розсуд, враховуючи, що великий семпл дає менший показник швидкості, але більшу затримку.

Кодек з точки зору розрахунку характеризується показником бітової швидкості, затримки кодування / декодування, корисного навантаження на IP пакет і оцінки якості голосу MOS (за шкалою від 1 до 4,5). Характеристики різних кодеків приведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики кодеків IP-телефонії

Кодек	Корисне навантаження пакету, байт	Бітова швидкість, кбіт/с	Затримка, мс	Оцінка MOS
G.711	160	64	20	4,5
G.723.1 (6.3)	24	6,3	37,5	3,8
G.723.1 (5.3)	20	5,3	37,5	3,9
G.726-32	160	32	20	4
G.726-24	160	24	20	3,8
G.726-16	160	16	20	3,7
G.729 A	20	8	25	4,04

Для забезпечення нормального функціонування даних застосунків необхідне створення симетричного каналу з наступними показниками пропускної здатності: 8 кбіт/с (G.729A). Даний кодек обраний з міркувань використання мінімальної пропускної здатності при досить високій якості передачі голосу.

Послуга IPTV. Забезпечує користувачам перегляд каналів ефірного та супутникового телебачення, запакованих в IP-потік. З метою оптимізації використання доступної пропускної здатності мовлення послуга повинна передаватися в режимі Multicast. Залежно від обраної системи кодування і шифрування необхідна наявність пропускної здатності на канал 2,048-4,096 Мбіт/с.

Для надання послуги IPTV можна використовувати кодеки MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 і H.264, які визначають тип використовуваного транспорту і спосіб компресії зображень в цифровому телебаченні.

Найбільш поширеним і підтримуваним великою кількістю обладнання є кодек MPEG-2. Для передачі відео в форматі HD (720p.) При використанні даного кодека необхідний канал пропускної спроможності 4 Мбіт/с.

File Server надає можливість абонентам завантажувати без особливих зусиль нову музику, фільми, софт. Це дуже зручно, тому що не доводиться витрачати час на пошуки джерел з необхідними даними в мережі Інтернет. Дана послуга являє собою мультимедійну бібліотеку і не ставить особливих вимог до QoS.

У кожній категорії користувачів буде надаватися повний набір послуг в різному процентному співвідношенні. Буде здійснена можливість вибору тарифу з необхідною швидкістю доступу до мережі Інтернет, що дозволить забезпечити широке коло споживачів. Таким чином, можна виділити чотири категорії абонентів:

- І категорія – абоненти, які не вимагають широкої смуги пропускання (швидкість Інтернет - 5 Мбіт/с). Абоненти даної

категорії будуть використовувати в основному послуги Інтернет і VoIP;

- II категорія – основна маса користувачів. Абоненти даної категорії будуть користуватися всім спектром послуг;
- III категорія – абоненти адміністративно-ділового сегменту; дана категорія абонентів в основному інтенсивно використовує послуги VoIP та Інтернет;
- IV категорія – активні абоненти. Дана категорія абонентів буде користуватися всіма послугами мережі в повному обсязі.

Припустимо, що для кожного району розподіл абонентів відповідає даним таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Процентний розподіл абонентів за категоріями

№ поверху	I категорія, %	II категорія, %	III категорія, %	IV категорія, %
1	30	40	15	15
2	35	20	15	30
3	30	40	10	20
4	20	40	5	35
5	40	30	10	20
6	40	30	15	15
7	20	40	5	35

Дані розрахунку абонентів по категоріям наведені в таблиці 1.4

Таким чином, відповідно до поданої на рис. 1.1 інформаційної моделі, доступ до всіх ресурсів мережі мають абоненти IV категорії; абоненти I категорії використовують тільки послуги Інтернет і VoIP; абонентам III категорії необхідні усі послуги, крім IPTV, при цьому вони з високим рівнем навантаження використовують послуги Інтернет і, особливо VoIP.

Таблиця 1.4 – Розрахунок абонентської бази за категоріями

№поверху	I категорія, аб-ів	II категорія, аб-ів	III категорія, аб-ів	IV категорія, аб-ів
1	53	70	26	26
2	40	23	17	34
3	52	69	17	34
4	32	64	8	56
5	28	21	7	14
6	30	23	11	11
7	3	6	1	5

Інформаційна модель мережі представлена на рис. 1.8.

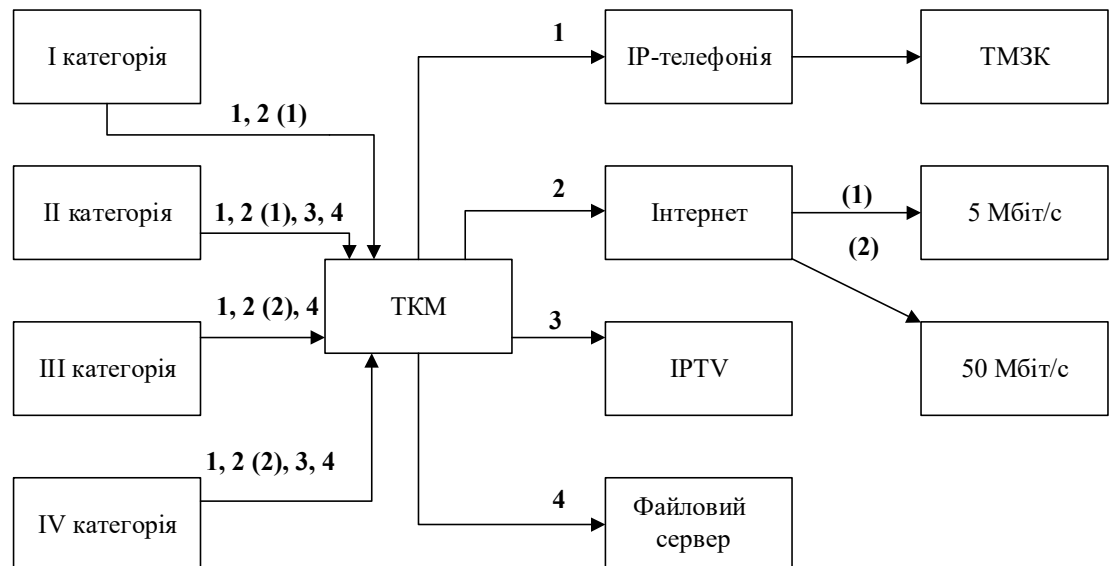


Рисунок 1.8 – Інформаційна модель мережі

1.3. Розрахунок трафіку

Для вибору технології мережі, яка проектується, і розробки структурної та функціональної схем спочатку необхідно розрахувати навантаження вузлів і каналів. Кожна технологія допускає свої показники обслуговування потоків даних в мережі: пропускна здатність, затримка, надійність. Залежно від

навантаження на мережу буде необхідний певний рівень обслуговування, яке визначає ту чи іншу мережеву технологію.

Визначимо необхідні характеристики трафіку для різних категорій абонентів за різні послуги (таблиці 1.5-1.8).

Для послуги IPTV, яка поширюється в мережі в широкому режимі для трансляції 60 каналів високої якості (4096 кбіт/с, MPEG-4) необхідна пропускна здатність 300 Мбіт/с.

Таблиця 1.5 – Характеристики трафіку для I категорії абонентів

Показники трафіку	VoIP	Інтернет
Показники трафіку на 1 абонента, кбіт/с	розрахунок (G.729A)	1024
Кількість викликів	2	1
Середня тривалість виклику, с	120	1800
Пачечність	1	10

Таблиця 1.6 – Характеристики трафіку для II категорії абонентів

Показники трафіку	VoIP	Інтернет	FTP
Показники трафіку на 1 абонента, кбіт/с	розрахунок (G.729A)	1024	2048
Кількість викликів	2	2	2
Середня тривалість виклику, с	180	1200	600
Пачечність	1	10	100

Таблиця 1.7 – Характеристики трафіку для III категорії абонентів

Показники трафіку	VoIP	Інтернет	FTP
Показники трафіку на 1 абонента, кбіт/с	розрахунок (G.729A)	2048	4096
Кількість викликів	4	3	2
Середня тривалість виклику, с	300	800	300
Пачечність	1	10	100

Таблиця 1.8 – Характеристики трафіку для IV категорії абонентів

Показники трафіку	VoIP	Інтернет	FTP
Показники трафіку на 1 абонента, кбіт/с	розрахунок (G.729A)	2048	4096

Кількість викликів	2	4	2
Середня тривалість виклику, с	240	800	300
Пачечність	1	10	100

Для інших підрайонів розрахунок аналогічний. Даний розрахунок навантаження по підрайонам представлений в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Результати розрахунку телефонного навантаження від абонентів на комутаційні вузли

№поверху	I категорія, Ерл	II категорія, Ерл	III категорія, Ерл	IV категорія, Ерл	Сумарне навантаження, Ерл
1	3,15	7	8,6625	3,4125	22,225
2	2,394	2,28	5,643	4,446	14,763
3	3,096	6,88	5,676	4,472	20,124
4	1,908	6,36	2,6235	7,2345	18,126
5	1,68	2,1	2,31	1,82	7,91
6	1,8	2,25	3,7125	1,4625	9,225
7	0,18	0,6	0,2475	0,6825	1,71
Σ	14,208	27,47	28,875	23,53	94,083

Сумарне навантаження трафіку телефонії в мережі становить 94,083 Ерл.

Розрахуємо кількість еквівалентних каналів, необхідних для трафіку від поверху. Це можна зробити за допомогою першої формули Ерланга. Вхідними даними для таблиці є навантаження з таблиці 1.7 і норма втрат телефонного з'єднання, яку приймемо рівної 0,005.

$$B = B_{аб} \cdot V, \quad (1.16)$$

де $B_{аб}$ - пропускна здатність, необхідна для надання послуги VoIP одному абоненту мережі; V - кількість необхідних каналів для обслуговування навантаження VoIP.

Дані розрахунку представлені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Розрахунок пропускної здатності каналів від комутаційних вузлів районів

№поверху	Кіл-ть каналів VoIP кбіт/с	Необхідна пропускна здатність, Кбіт/с
1	80	640,000
2	50	400,000
3	72	576,000
4	62	496,000
5	31	248,000
6	38	304,000
7	4	32,000

Навантаження до ТМЗК визначається від загальної навантаження від абонентів мережі в Ерлангах, яке згідно розрахунків в таблиці 1.9 становить 94,083 Ерл. Згідно даних існуючого обслуговування розподілу навантаження частина VoIP трафіку, в напрямку ТМЗК становить 67% від загального розрахованого трафіку, тобто 63,03 Ерл.

Для обслуговування навантаження в напрямку ТМЗК відповідно до формули Ерланга при ймовірності втрат 0,005 необхідно 82 телефонних канали.

Розрахунок кількості каналів Е1 здійснюється за формулою:

$$n_{E1} = \frac{k_{\text{каналів}}}{30}, \quad (1.17)$$

де $k_{\text{каналів}}$ – кількість каналів, розрахованих за формулою Ерланга з ймовірністю втрат 0,005.

Таким чином, на напрямку VoIP-шлюз - ТМЗК необхідно 3 канали Е1.

Тепер розрахуємо навантаження від послуг передачі даних.

Розрахунок будемо проводити за формулою:

$$\gamma_i^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)}, \quad (1.18)$$

де k – номер мережної послуги; i – номер вузла; $\gamma_i^{(k)}$ – математичне очікування трафіка, який генерується k -ю послугою на i -му вузлі; $B_{cp}^{(k)}$ – швидкість передачі даних (у бітах чи пакетах на секунду) – 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 час найбільшого навантаження для користувачів i -го вузла, які використовують k -у послугу.

Тут швидкість передачі даних $B_{cp}^{(k)}$ знаходиться за формулою (1.19):

$$B_{cp}^{(k)} = \frac{B_{\max}^{(k)}}{P^{(k)}}, \quad (1.19)$$

де $B_{\max}^{(k)}$ – максимальна пропускна здатність каналу зв'язку; $P^{(k)}$ – пачечність на одного абонента – відношення між максимальною та середньою пропускною здатністю, необхідною для забезпечення k -ї послуги; ця величина характеризує вибухоподібність трафіку.

Сумарний трафік, що генерується на i -му вузлі, дорівнює:

$$\gamma_{\sum_i} = \sum_{k=1}^{N_k} \gamma_i^{(k)}. \quad (1.20)$$

Результати розрахунків для кожного поверху (вузла) окремо та мережі в цілому зведемо в таблицю 1.11.

Таблиця 1.11 – Розрахунок навантаження на мережу

№поверху	Internet, Мбит/с	IPTV, Мбит/с	FTP, Мбит/с	VoIP, Кбіт/с	Итого, Мбіт/с
1	16,352	300	8,1	640,000	325,077
2	8,176	300	9,4	400,000	317,9666
3	14,016	300	9,1	576,000	323,6785
4	13,432	300	12,0	496,000	325,9164
5	4,672	300	8,5	248,000	313,4142
6	5,256	300	10,3	304,000	315,8529
7	1,46	300	13,6	32,000	315,0913

Через вузли ядра мережі буде проходити трафік до основних ресурсів мережі (сервери, шлюзи). Для обліку цього навантаження розрахуємо навантаження в напрямках до серверів, в мережу Інтернет та комп'ютерне обладнання обробки голосових викликів, в зовнішні телефонні мережі.

Висновки до розділу 1

Об'єктом проектування мультисервісної мережі в даній роботі є бізнес-центр на вул. Студентська 5-7, що знаходиться в місті Києві, Шевченківському районі.

У розробленій мережі будуть надані наступні телекомунікаційні послуги:

- послуги VoIP;
- послуги Інтернет;
- послуги IPTV;
- послуги зберігання і передачі файлів (музика, відео, фото, інформація) на базі FTP сервера.

Відповідно до розробленої інформаційної моделі, доступ до всіх ресурсів мережі мають абоненти IV категорії; абоненти I категорії використовують тільки послуги Інтернет і VoIP; абонентам III категорії

необхідні усі послуги, крім IPTV, при цьому вони з високим рівнем навантаження використовують послуги Інтернет і, особливо VoIP.

2 ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ

2.1 Вибір топології мережі

Вибір оптимальної топології залежить від багатьох факторів, пов'язаних з конкретними умовами проектування (щільність абонентів, їх розташування, перелік послуг і т.п.). Топологія мережі повинна відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати необхідну пропускну здатність на всіх рівнях мережі;
- бути масштабованою, тобто давати можливість нарощування потужності мережі при зростанні абонентської бази без значних змін і дискомфорту для існуючих абонентів;
- бути стійкою до відмов ліній зв'язку та активного обладнання, як мінімум, на верхніх рівнях мережі;
- бути логічно простою і зрозумілою.

Особливості проектування мережі:

- необхідно провести розбивку мережі на ієрархічні рівні;
- облік основних вимог до топології мережі (пропускна здатність каналів зв'язку, масштабування мережі, відмовостійкість, логічна простота).

Мультисервісні мережі зображуються у вигляді ієрархічної структури з виділенням трьох рівнів ієрархії:

- рівень ядра мережі;
- рівень розподілу (агрегації);
- рівень доступу.

З огляду на відомі варіанти топологій мереж, розглянемо найбільш поширені з них і оцінімо їх здатність задовольнити потреби проектованої

мережі. Треба враховувати, що вибір топології здійснюється для всіх трьох рівнів мережі - доступу, розподілу і ядра.

Перевага використання кільцевої топології на рівні ядра в тому, що вона буде забезпечувати резервування зв'язків. Крім того, ця топологія має низьку відмовостійкість, а даний проект вимагає високий рівень працездатності мережі в нештатних ситуаціях. Для підвищення надійності кільцеві сегменти мережі можна об'єднувати, використовуючи «коміркову» топологію.

На рівні розподілу і доступу можна використовувати топологію «зірка», яка дає можливість легкого розширення мережі. Підвищити ефективність проектованої мережі в цілому можна з використанням топології "дерево", або "ієрархічна зірка" - комутаційне обладнання рівня розподілу і доступу будуть об'єднуватися між собою за допомогою топології «зірка».

2.2 Вибір технології транспортної мережі

При виборі технологій транспортної мережі, відповідно, ліній зв'язку, треба враховувати характерні вимоги до різних ділянок мережі. Транспортна мережа повинна відповідати наступним вимогам:

- масштабованість, забезпечення розвитку мережі з урахуванням можливого зростання;
- висока швидкість передачі даних (до 10 Гбіт / с з можливістю агрегації);
- керованість;
- надійність і можливість резервування;
- безпеку інформації;
- мультисервісних;
- забезпечення необхідної якості обслуговування QoS.

Важливою характеристикою магістралі є її протяжність. Очевидно, що оптичний кабель є переважаючою середовищем передачі для таких мереж.

Для побудови транспортної мережі як фізичне середовище передачі в основному використовуються волоконно-оптичні лінії зв'язку. Це пов'язано з їх підвищеною надійністю, стійкістю до зовнішніх впливів та перешкод, високою тривалістю часу експлуатації, масштабованістю. Тому для побудови транспортної мережі будемо використовувати ВОЛЗ.

Основні параметри й структури транспортних мереж прямо залежать від типу технологій, що використані для їхньої організації. У таблиці 2.1 приведений стислий огляд технологій для побудови мереж згідно з тривірневою ієрархічною моделлю.

Таблиця 2.1 – Технології що використовуються для побудови мереж

Технологія	Стислий огляд	Застосування
PDH	базова технологія транспортного рівня, використовує мідну середу передачі, діапазон швидкостей від 64 до 139264 Кбіт/с	ядро, розподіл
SDH	синхронне мультиплексування/де мультиплексування; організовує доступ до каналів PDH, переданим у мережі SDH; оптичне середовище передачі; швидкість від 155 до 9953 Мбіт/с	ядро, розподіл
ATM	використовується для передачі різнотипного трафіка; гарантована смуга пропускання й затримка	ядро
Ethernet	найпоширеніше й дешеве рішення; середовище передачі мідне й оптичне; діапазон швидкостей 10Мбіт/с-10 Гбіт/с	ядро, розподіл, доступ
Радіоканал	бездротова технологія; застосовується для доступу кінцевих користувачів; радіус дії від декількох десятків метрів до десятків кілометрів; швидкість від 50 Мбіт/с до 1 Гбіт/с	доступ
MPLS	забезпечення передачі даних із заданими параметрами QoS і оптимізація використання транспортних ресурсів	ядро

Якщо розглядати хронологію впровадження то кілька десятиріч тому оптимальним було використання технологій PDH, систем передачі ІКМ, та

інших. В сучасних умовах оператори відмовились від використання ATM, та перейшли до SDH.

Сучасна цифрова первинна мережа будується на основі трьох основних технологій: плезиохронної ієрархії (PDH), синхронної ієрархії (SDH) і асинхронного режиму переносу (передачі) (ATM). З перерахованих технологій тільки перші дві в цей час можуть розглядатися як основа побудови цифрової первинної мережі.

2.3 Вибір технології мережі доступу

У мережу доступу інвестується від 50% до 80% коштів, тому правильний вибір технологій і варіантів побудови мережі доступу також надзвичайно важливий. Нижче перераховані фактори, які впливають на вибір тієї або іншої технології абонентського доступу:

- простота підключення - фактор, який визначає доступність підключення для абонентів, швидкість підключення абонентів;
- достатня для абонента смуга пропускання або швидкість передачі даних (з урахуванням майбутнього розвитку мережі) до 100 Мбіт/с;
- забезпечення необхідної якості обслуговування клієнтів;
- можливість використання існуючої кабельної інфраструктури;
- можливість прокладки кабелю до абонента взагалі, спосіб прокладки, характерні особливості місцевості і т.п.

Залежно від обраних технологій буде комплектуватися відповідне обладнання для роботи в мережі. Розглянемо базові технології для мультисервісної мережі, враховуючи характеристики об'єкта проектування.

Проведемо вибір технології мережі доступу. Мережа доступу можна поділити на дві підмережі: мережа доступу абонентів («остання миля») і

підмережа доступу обладнання доступу до транспортної магістральної мережі (рівень розподілу).

Технології доступу можна розділити на дві групи:

- оптичні технології FTTx;
- технології абонентського доступу (xDSL, PLC, HFC, мідний Ethernet).

2.3.1 Оптичні технології FTTx

Концепція оптичних абонентських мереж, яка отримала назву FTTx, широко застосовується для побудови мереж доступу. Варіанти реалізації концепції FTTx також діляться на PON (Passive optical network) і AE (Active Ethernet).

Архітектура FTTx буває різних модифікацій:

- FTTB (Fiber To The Building) - оптична система передачі до дому;
- FTTN / FTTC (Fiber To The Node) - оптична система передачі до вузла;
- FTTN (Fiber To The Home) - оптична система передачі до квартири.

Архітектура FTTB - волокно до будинку, тобто до кожного дому підходить оптико-волоконний канал, який забезпечує повну захищеність переданого сигналу від електромагнітних і радіочастотних перешкод, дає можливість надати високі швидкості доступу. Це найбільш затребувана сьогодні технологія будівництва нових широкосмугових мереж. Причина цього - зниження за останні роки ціни на оптичний кабель, поява дешевих оптичних приймачів, передавачів.

FTTN - це технологія прокладки волокна в будинок. FTTN означає, на відміну від FTTB, доведення оптичного волокна до квартири абонента.

FTTH реалізується, як правило, в двох конфігураціях оптоволоконного підключення: пасивні оптичні мережі (PON) та традиційна технологія активних оптичних мереж Ethernet «точка-точка». Кожен з терміналів оптичної мережі (ONT) в приміщенні абонента підключається до порту комутатора в точці присутності або до оптичного спліттеру, від якого до точки присутності прокладається загальна оптоволоконна лінія. У разі підключення за схемою «точка-точка» застосовуються стандарти передачі 100BASE-LX або 1000BASE-LX.

Великі витрати на FTTH пов'язані як з вартістю обладнання, так і з ціною монтажу. При використанні PON крім цього обладнання кожному абоненту потрібно встановити ще і сплітери. Потрібно відзначити також зростання числа необхідних оптичних волокон. Більш висока вартість монтажу пояснюється також і великою кількістю встановлюваних оптичних кросів.

FTTN (C) - оптичні канали до мультисервісного вузла доступу (розподільного вузла) і далі DSL-канали до абонента.

2.3.2 Технології абонентського доступу

Серед сучасних технологій абонентського доступу можна виділити наступні: xDSL, мідний Ethernet, HFC, PLC.

xDSL - сімейство технологій абонентського доступу типу «точка-точка», дозволяє надавати послуги передачі даних, голосу і відео по звичайних телефонних лініях між обладнанням постачальника послуг мережевого доступу NAP (Network Access Provider) і вузлом споживача. Основні технології сімейства є ADSL2 / 2 +, VDSL / VDSL2.

Основні переваги:

- можливість надавати весь спектр послуг TriplePlay;
- існуюча інфраструктура телефонних мереж;

- відносно легко керована мережу;
- висока стандартизація обладнання.

Основні недоліки:

- технологічні обмеження в прямому каналі;
- мережа чутлива до якості і довжині абонентських ліній, якість лінії погано піддається аналізу;
- зі збільшенням абонентської бази якість мережі погіршується (максимальне проникнення 25-30%);
- технологія aDSL асиметрична (обмеження на послуги в зворотному каналі).

Технологія Ethernet дозволяє максимально спростити перетворення даних за рахунок використання масштабних рішень, є симетричною і перспективною. Технологія Ethernet має хороші економічні показники, мінімальні технологічні обмеження і дозволяє постійно розширювати набір пропонованих абонентам послуг і є найбільш прийнятним рішенням.

Кабельні мережі на базі технології HFC - мережа передачі даних базується на кабельній телевізійній мережі.

Основні переваги:

- дозволяє надавати весь спектр послуг TriplePlay;
- малі технічні обмеження в прямому каналі;
- дозволяє підключати STB;
- відносно легко керована мережа;
- висока стандартизація обладнання;
- відпрацьована роками технологія.

Основні недоліки:

- технологія HFC асиметрична (обмеження на послуги в зворотному каналі);
- ресурси мережі поділяються між абонентами (обмеження послуг по смугі пропускання);

- мережу чутлива до перешкод в зворотному каналі;
- реалізація деяких послуг (Інтернет, VoIP) більш витратна, в порівнянні з іншими технологіями доступу.

Мережі доступу на базі технології PLC - передачі трафіку даних з використанням електромереж.

Основні переваги:

- дозволяє надавати весь спектр послуг TriplePlay (з обмеженнями);
- мережі електроживлення вже існують (не потрібні вкладення в мережу);
- підтримка якості надання послуг (QoS);
- відносно легко керована мережу (SNMP);
- легкість монтажу PLC абонентських пристроїв (не потрібно додаткової проводки).

Основні недоліки:

- технологічні обмеження: до 200 Мбіт / с з поділом ресурсу між абонентами;
- чутлива до якості мережі і відстаней до абонентів;
- потрібна кооперація з енергетичними компаніями.

Порівняння технологій доступу представлено в таблиці 2.2.

Таким чином, найбільш ефективною технологією для будівництва мережі для надання послуг Triple Play на «останньої милі» є технологія Ethernet по мідному кабелю. Технологія має хороші економічні показники, мінімальні технологічні обмеження і дозволяє постійно розширювати набір пропонованих абонентам послуг.

Таблиця 2.10 – Порівняння технологій доступу

Технологія	Пропускна здатність (до абонента/від абонента)	Максимальна протяжність	Індекс капітальних витрат (чим нижче, тим краще)	Додаткове обладнання
------------	--	-------------------------	--	----------------------

ADSL2+	24Мбіт/с/ 3 Мбіт/с	2,4 км (мідна пара)	1	ні
VDSL2	100Мбіт/с/ 100 Мбіт/с	500 м	5	ні
Ethernet	100Мбіт/с/ 100 Мбіт/с	100 м	3	ні
HFC	10/2 Мбіт/с	1 км	7	підсилювачі
PLC	30/10 Мбіт/с	10 км	10	спец.обладнання

Підключення вузлів рівня розподілу доступу буде реалізовано на базі архітектури FTTx.

2.4 Побудова структурної схеми мережі

2.4.1 Синтез структурної схеми мережі

Структурна схема мережі сформована на базі аналізу типових архітектурно-топологічних рішень обраних технологій. Вузли з'єднанні по топології «зірка» в основі якої лежать кільцеві з'єднання маршрутизаторів із застосуванням технології 10 Gigabit Ethernet.

Всі абоненти мережі включені до комутаторів рівня доступу (які розміщені в комутаційних шафах в і розподільних шафах за технологією Fast Ethernet з базовою швидкістю доступу 10-100 Мбіт/с. Комутатори рівня доступу включені в комутатори рівня розподілу (топологія - зірка), а також периферійні сервери, основна функція яких - зменшення загальної завантаження мережі. До комутаторів доступу буде підключатися абонентське обладнання (STB - приставка, персональний комп'ютер, телефон).

Мережа доступу виконана за технологією сімейства FTTx. Комутатори мережі доступу з'єднанні між собою і підключенні до магістральної мережі за технологією Gigabit Ethernet, тому загальний трафік мережі доступу не перевищує 1 Гбіт/с. Абоненти підключаються до комутаторів доступу по

мідній витій парі за технологією Fast Ethernet, адже максимальна швидкість не перевищує 100 Мбіт/с.

Маршрутизатор ядра має вихід через NAT в мережу Internet, доступ до внутрішніх ресурсів мережі, вихід на ТМЗК через VoIP-шлюз. До маршрутизаторів рівня ядра також будуть підключатися головна станція IPTV, IP АТС і різноманітні сервери, які будуть обслуговувати мережу. В ядрі знаходяться високопродуктивні платформи для швидкої комутації трафіку. Також в ядрі мережі знаходяться сервер управління і білінгу.

Структурна схема мережі, представлена в додатку А.

2.5 Розробка функціональної схеми мережі

Після того як була складена структурна схема, з'ясована технології доступу до всіх вузлів мережі, визначено трафік між ними, є всі дані для побудови функціональної схеми мережі. На ній відображаються технології доступу до мережі, позначаються інтерфейси, за допомогою яких з'єднується обладнання і вказується необхідна пропускна здатність каналів зв'язку. Функціональна схема мережі представлена в додатку Б.

Пристрої абонентів мережі (IP-телефони, PC, STB) підключені до комутаторів рівня доступу, розміщених в комутаційних шафах під'їздів і розподільних шафах вулиць за технологією Fast Ethernet (100 Base-T) з базовою швидкістю доступу 10 Мбіт/с. Ці комутатори включені до керованим комутаторів розподілу зон обслуговування за технологією Gigabit Ethernet 1 Гбіт/с (оптичний кабель GE 1000Base-LX). Керовані комутатори об'єднані у кільця за технологією 10GE (10GBASE-LR) і включені до маршрутизаторів ядра, який має вихід в мережу Internet (через NAT за технологією 10GBASE-LR), доступ до внутрішніх ресурсів мережі.

Кожен користувач мережі для забезпечення безпеки і керованості буде ізольований в індивідуальний тунель VLAN і забезпечений прозорою

термінацією безпосередньо на рівні доступу. Рівень розподілу виконаний на керованих комутаторах VLAN, основне завдання яких - прозорий пропуск трафіку від абонентів в ізолюваних VLAN в ядро мережі. Рівень доступу виконаний на більш простих комутаторах, також з підтримкою VLAN, завдання яких зводяться до підключення і авторизації користувачів на порті і ізоляції кожного в індивідуальний VLAN.

Таким чином, весь абонентський трафік ізолювано передається на комутатор, де відбувається його ідентифікація, облік, обробка відповідно його структурі і передача в потрібному напрямку з заданим пріоритетом. Передача трафіку всередині рівня агрегації неможлива, весь мережевий трафік, стає повністю прозорим, що дає переваги при управлінні мережею і виявленні проблемних ділянок.

Рівень ядра буде представлено маршрутизатором, який характеризується потужним функціоналом по обробці й керуванню трафіком і дозволяє на своїй базі створювати сервери для обслуговування мережі і NAT. Це - інтелектуальний центр обслуговування абонентів, який реалізує функції аутентифікації і авторизації користувачів, а також обробки всіх видів трафіку з функціями класифікації, пріоритетності, фільтрації і обліку. Таким чином, ядро мережі забезпечує основні принципи необхідного рівня обслуговування. Оскільки всі необхідні налаштування для надання сервісів здійснюються в ядрі мережі, воно є інваріантним до обладнання агрегації і доступу, завдання якого зводиться до підтримки виділених VLAN і прозорою передачею трафіку. Таким чином, архітектура мережі при зростанні абонентської бази просто масштабується кількісно, але не змінюється принципово. При цьому, за рахунок використання топології «зірка», мережа, побудована на комутаторах доступу з обмеженою функціональністю, повністю готова до впровадження сучасних послуг і сервісів на базі протоколу IP, критичних до затримок і що вимагають гарантованих смуг пропускання.

Для оптимізації передачі даних в мережі передбачається використовувати протокол маршрутизації OSPF - протокол динамічної маршрутизації, заснований на технології відстеження стану каналу (link-state technology) і алгоритм, який використовує для знаходження найкоротшого шляху Дейкстри. Протокол OSPF поширює інформацію про доступні маршрути між маршрутизаторами однієї автономної системи (AREA).

Для послуг IP-телефонії немає єдиного стандарту, який регламентує передачу трафіку. У проєктованій мережі пропонується використовувати протокол H.323 - найбільш поширений протокол в сучасних телекомунікаційних мережах - це набір рекомендацій для мультимедійних застосунків в мережах. Рекомендації H.323 охоплюють сервіси передачі голосу, відео-та цифрових даних в мережах з комутацією пакетів і передбачають управління смугою пропускання, стандарти для аудіо- та відеокодеків, взаємодія мереж, платформена незалежність, міжмережеві конференції для різномірних мереж, підтримку конференцій з багатьма учасниками (завдяки серверу багатосторонньої конференції), підтримку багатоадресної передачі і групової адресації.

Для доступу в Інтернет використовується протокол прикладного рівня HTTP (а також його розширення з шифруванням - HTTPS - для взаємодії з сервером білінгу). Протокол HTTP використовується для зв'язку між різноманітними програмами, призначеними для користувача, і програмами, які надають доступ до Інтернет-протоколів (передачі файлів, електронної пошти і т.п.).

Для передачі голосового трафіку використовується Real-time Transport Protocol (RTP / RTSP).

Обмін внутрішніми ресурсами і завантаження файлів з серверів буде здійснюватися по протоколу FTP (англ. File Transfer Protocol - протокол передачі файлів). FTP дозволяє підключатися до серверів FTP, переглядати вміст каталогів і завантажувати файли з сервера або на сервер; крім того, можливий режим передачі файлів між серверами (протокол FXP).

Для передачі електронної пошти використовується протокол SMTP.

IGMP - протокол, який використовується для керування груповою маршрутизацією. Саме цей протокол важливий для передачі мультикаст (IPTV-програм). Це допомагає уникнути передачі однакових пакетів багато разів, що сприяє більш раціональному використанню пропускну здатності каналів мережі та зменшення навантаження на сервери. В той же час широкомовні пакети надсилаються до тих груп абонентів, які є членами конкретної групи.

Протокол SNMP використовується для зв'язку з системою управління мережевими ресурсами. Він підтримується переважною більшістю виробників мережевого устаткування в своїх продуктах. SNMP включає мінімальний набір команд, але це дозволяє виконувати практично весь спектр завдань управління мережевими пристроями - від отримання інформації про місцезнаходження конкретного пристрою, до можливості його тестування.

Для організації сигналізації, повідомлень, взаємодії технічного обслуговування телефонної мережі загального користування використовується система сигналізації OKC-7 (ISUP/SCCP) - набір сигнальних телефонних протоколів, які використовуються для налаштування більшості телефонних станцій загального користування. Починаючи з установки з'єднання, протокол працює для обміну голосовою інформацією, маршрутизації дзвінків, взаємодії з білінгом і підтримкою інтелектуальних послуг телефонії.

Висновки по розділу 2

В даному розділі була обрана топологія мережі, технології побудови транспортної мережі та мережі доступу.

На рівні ядра буде використовуватись «коміркова» топологія, в основі якої лежить об'єднання топологій «кільце» між маршрутизаторами ядра.

Виходячи з порівняння технологій доступу, обрана технологія FTTB, так як вона найбільш економічно обґрунтована. Технологія Fast Ethernet (100 Base-TX) забезпечить підключення абонентів до мережі надання послуг Triple Play (високошвидкісної передачі даних, надання послуг телефонії на базі VoIP, послуг IPTV).

Також в даному розділі були розроблені структурна і функціональна схема мережі, визначені інтерфейси і протоколи взаємодії обладнання.

3 АППАРАТНИЙ СИНТЕЗ МЕРЕЖІ

3.1 Обґрунтування і вибір обладнання

Серед великої кількості виробників мережевого устаткування компанія Cisco є визнаним лідером з виробництва обладнання для побудови мереж Ethernet масштабів оператора телекомунікацій, використання якого надає багато гнучких рішень при проектуванні мережі. Комутаційний платформи виробництва цієї компанії вже давно знаходяться на світовому ринку і використовуються для побудови багатьох надійних мереж. До того ж, існує багато програмного забезпечення даної компанії, яке дозволяє моделювати роботу майбутньої мережі - від комплектації до настройки обладнання та моделювання навантаження мережі. Рішення Cisco для доставки відеоконтенту також має багато унікальних функцій і переваг. Наприклад, багатоадресна маршрутизація динамічних IP адрес максимально збільшує ефективність доставки телетрансляції, а багатоадресна передача допомагає організовувати захист від неавторизованих джерел інформації і різноманітних атак. Функція розподілу навантаження на IP-пристроїв, гнучкі точки для вставки локального контенту і автоматичне перехоплення управління рознесених в просторі джерел мовлення забезпечують високу якість обслуговування абонентів.

3.2 Вибір обладнання рівня доступу і розподілу

Згідно з вимогами, які поставлені до обладнання, розрахованих рівнів навантаження і обраних технологій формуємо критерії вибору обладнання, враховуючи вимоги до нього.

Вимоги до обладнання рівня доступу:

- забезпечення необхідної пропускної спроможності від 100 Мбіт/с до 1 Гбіт / с;
- підтримка обраної технології доступу (Ethernet);
- наявність 48 портів Fast Ethernet і 4 портів Gigabit Ethernet;
- підтримка VLAN для послуг на рівні користувача;
- реалізація мережесих правил і пріоритетів;
- надійність.

З огляду на особливості мереж масштабу району, на рівні доступу раціонально використовувати 48 - портові комутатори для забезпечення допустимого значення вартості одного порту на абонента. Порівнюємо кілька моделей 48 - портових комутаторів компанії Cisco з приблизно однаковою вартістю, придатних для використання. Порівняльну характеристику базових параметрів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика комутаторів рівня доступу

Тип комутатора	Затримка обробки, мкс	Швидкість передачі пакетів млн пакетів/с	Наявність пріоритезації трафіку	Підтримка VLAN	Вартість
Catalyst 2950	10	10,1	так	так	середня
Catalyst 3560	8	13,1	так	так	середня
Catalyst 3750	8	13,1	так	так	висока

Очевидно, що найкращим варіантом буде комутатор Catalyst 3560, який має високу продуктивність, що дуже важливо з урахуванням подальшого розвитку мережі та низьку затримку, яка забезпечить необхідну якість обробки чутливого до затримок трафіку.

Cisco Catalyst - 3560 - це серія комутаторів Ethernet з фіксованою конфігурацією, яка підтримує стандарт IEEE 802.3af (Power over Ethernet), а також Cisco Inline Power (prestandard POE). Конфігурація з портами 10/100/1000 пропонує максимальну ефективність використання мережі для різних класів абонентів і можливість надання широкого спектра послуг. Дуже важливим фактором вибору цього комутатора є можливість об'єднання

обладнання в стеки і наявність 4-х гігабітних портів (з можливістю подальшого перемикання на 10Gb). Для даного випадку можливе використання комутаторів з 24 і 48 портами (цей варіант буде найбільш доцільним - тому зупинимося на моделі Catalyst 3560E-48TD).

Таким чином, в якості коммутаторів доступу будемо використовувати Cisco Catalyst 3560E-48TD.

Основними вимоги до обладнання рівня розподілу:

- агрегація мережевого трафіку, що надходить від рівня доступу;
- ізоляція топологічних змін в мережі, протокол MSTP;
- маршрутизація і підсумовування маршрутів, протокол OSPF;
- оптимальна маршрутизація мультікастового потоків, протокол GMRP;
- реалізація мережевих правил і пріоритетів обслуговування;
- динамічна реєстрація та оптимізація пропуску VLAN, протокол GVRP;
- копіювання ширококомовних пакетів через VLAN (cross-VLAN multicast copy);
- висока надійність;
- забезпечення необхідної пропускної спроможності згідно з потребами підтримки обраних технологій доступу;
- модульність структури для забезпечення гнучкості;
- переконфігурування обладнання при змінах в мережі.

Параметри комутаторів розподілу зведені в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика комутаторів розподілу

Тип комутатора	Макс. Кіл-ть портів GE	Продуктивність, Mpps	Наявність портів 10Gb
Catalyst 4507	240	21	-
Catalyst 4510	384	21	-
Catalyst 6509	576	15/210/400	+

Універсальним варіантом для побудови рівня розподілу є комутатор Catalyst 6509.

3.3 Вибір маршрутизаторів рівня ядра

Комутатори рівня розподілу будуть підключатися до найпотужніших маршрутизаторів ядра, які будуть збирати трафік всієї мережі. З огляду на той факт, що мережа доступу і розподілу буде побудована на обладнанні Cisco, для ядра також будемо використовувати маршрутизатор цього виробника для підтримки сумісності, керованості, безпеки і масштабованості мережі.

Основними вимоги до маршрутизаторів ядра:

- наявність від 4 до 7 портів Gigabit Ethernet для підключення комутаторів рівня розподілу і 2-4 портів 10Gb Ethernet для з'єднання маршрутизаторів рівня ядра між собою;
- високошвидкісна комутація всіх основних потоків;
- оптимізація і підсумовування маршрутів, протокол OSPF;
- транзитний пропуск зовнішнього трафіку, протокол BGP;
- оптимальна маршрутизація мультикастових потоків;
- реалізація VLAN;
- підтримка протоколів підключення, VRRP;
- ізоляція топологічних змін в мережі, протокол MSTP;
- підтримка NAT;

- динамічна реєстрація та оптимальний пропуск VLAN, GVRP;
- надійність, резервування по харчуванню та управління.

Вибір маршрутизаторів ядра представлений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Технічні дані маршрутизаторів Cisco

Параметр	2801	7501	7600
GE Ethernet порти	2	8	12
10 GE Ethernet порти	0	4	8
FE порти	8	8	8
Продуктивність, Гбіт/с	16	24	48
Підтримка OSPF	так	так	так
Підтримка NAT	так	так	так

З огляду на вимоги до маршрутизаторів ядра, пропонується використовувати маршрутизатори Cisco серії 7600 OSR (а саме - Cisco 7603 - завдяки наявності необхідної кількості гігабітних портів і 2 або 4 (в залежності від конфігурації) 10-ти гігабітних портів. Даний оптичний маршрутизатор Cisco розроблений для побудови глобальних мереж. Його основним завданням є забезпечення роботи на швидкостях, рівних пропускної здатності оптичних каналів. Крім того, маршрутизатори серії Cisco 7600 забезпечують продуктивність рівну декілька Гбіт/с з розрахунку на слот, випускаються в різних конфігураціях і підтримують поліпшені модулі оптичних інтерфейсів для надання високопродуктивних послуг.

Основні можливості серії маршрутизаторів Cisco 7603:

- підтримка всіх функцій ПЗ Cisco IOS;
- висока доступність платформи завдяки резервуванню блоків живлення, процесорних модулів;
- апаратне прискорення мережесих послуг завдяки технології Cisco PXF;
- підтримка багатьох протоколів;
- підтримка загальних модулів для розширення.

Для підключення внутрішніх серверів, IP-PBX та IPTV-станції до маршрутизатора рівня ядра буде використовуватися також комутатор 3 рівня серії Cisco Catalyst 6500 (Cisco Catalyst 6503 - він відрізняється від комутаторів рівня розподілу лише кількістю слотів).

3.4 Вибір обладнання VoIP і IPTV

Виходячи з даних, отриманих в першому розділі, прогнозується 10646 потенційних абонентів послуги IP-телефонії. Отже, при виборі IP PBX треба орієнтуватися саме на таку кількість користувачів.

Вимоги до IP-PBX:

- підтримка протоколу H.323;
- можливість обслуговування до 1 000 000 абонентів;
- підтримка функцій VoIP-шлюзу;
- наявність інтерфейсів FE, FE, STM;
- підтримка збору статистики і білінгу.

Серед багатьох АТС розглянемо дві, які розраховані на найбільшу кількість абонентів - Alcatel Omnl PCX Enterprise і Siemens HiPath8000 (в лінійці обладнання Cisco відповідного обладнання немає). Порівняльна характеристика їх основних параметрів наведена в таблиці 3.4.

Порівнявши дві АТС за параметрами найбільше підходить Siemens HiPath8000. Функціональне рішення цього сервера IP - телефонії складається з чотирьох основних блоків:

- комунікаційний сервер;
- абонентські пристрої;
- медіашлюзи;
- прикладні медіа сервери;
- шлюз з мережею ТМЗК.

Таблиця 3.4 – Порівняння IP - PBX з функцією VoIP шлюзу

Характеристики	Alcatel Omnl PCX Enterprise	Siemens HiPath8000
Підтримка протоколів	H.323, SIP	SIP/SIP-Q/H.323
Максимальна ємність абонентів	до 500 000 абонентів	до 1 000 000 абонентів
Забезпечення надійності та відмовостійкості	Повне дублювання компонентів	Повне дублювання компонентів
Створення архівних копій конфігурацій системи	+	Режим автоматичної архівації
Сумісність з абонентськими пристроями інших виробників	не з усіма	+
Забезпечення сумісності з ТМЗК	+	+
Інтерфейс управління	WEB, CLI, MNS	Програмний пакет iSuite, командний рядок
Підтримка аудіокодеків	G.711, G.729A, G.723	G.711,G.729A&B, G.723,G.729E, G.723.1a, G.726, G.728, GSM
Організація конференцій	+	+ (вбудований медіа-сервер)
Підтримка мобільності користувачів	+ (DECT, VoWLAN, Cellular Extension)	+ (режим мобільності)
Контроль смуги пропускання	+	+
Шифрування голосу і сигналізації	+	+
Підтримка відеотелефонії	-	+
VoIP шлюз	+	+

Одним з основних компонентів майбутньої мережі є головна станція IPTV. З огляду на все вищезазначені особливості мережі, можна сформувати ряд критеріїв для вибору головної станції IPTV.

Основні вимоги для головної станції IPTV:

- можливість отримувати вхідний відеоконтент з багатьох джерел в різних цифрових форматах;
- повна гнучкість в обробці відеопотоку;
- можливість надання сервісів за допомогою різних фізичних типів транспортних мереж;
- MPEG-2 і MPEG-4 - кодування;
- MPEG-2 в MPEG-4 - транскодування;
- підтримка систем умовного доступу DVB CAS і IP CAS.

Вимоги до апаратної частини головної станції IPTV:

- автоматичне резервування, «гаряча» заміна модулів;
- гнучке нарощування функцій і сервісів, масштабування;
- легка й інтуїтивна конфігурація і управління.

На сьогоднішній день існує кілька великих виробників обладнання для IPTV - станцій. Основні з них - Scopus Video Networks, Terayon Communication Systems, Optibase і Tandberg Television. Найбільш продуктивним рішенням в даному випадку є використання обладнання компанії Tandberg Television - IPTV-платформи iPlex, яка задовольняє всім поставленим вимогам і дозволить ефективніше використовувати смугу пропускання каналів. Це обумовлено тим, що для передачі відео якості HDTV необхідна досить широка смуга пропускання (6-12 Мбіт/с). А алгоритми кодування відео, які використовуються в платформі iPlex, надають суттєву перевагу в швидкості потоку. Для даного випадку, використовуючи MPEG-4, можна кодувати HDTV - програми в потік зі швидкістю 4 Мбіт/с, забезпечуючи високу якість відео.

Основні функції головної станції iPlex:

- інкапсуляція MPEG - потоків в транспортну мережу;
- кодування вхідного аналогового або цифрового нестислого відео в потоки MPEG-2 / MPEG-4 (H.264);

- транскодування з MPEG-2 в MPEG-4 / H.264;
- мультиплексування і демультиплексування;
- трансрейтинг для зміна швидкості потоку відеоданих;
- IP-декапсуляція MPEG-потоків, отриманих в форматі MPEG over IP;
- QoS-тегування (для визначення типу трафіку, що вимагає пріоритету QoS);
- можливість дублювання потоку з функцією регулювання швидкості передачі на різних виходах.

Інтерфейси платформи iPlex:

- ASI - інтерфейси;
- Gigabit Ethernet (по 2 порту на шасі);
- 10 Gigabit Ethernet (по 2 порту на шасі);
- 10/100 Ethernet-порти для мережевого менеджменту.

3.5 Схема з'єднань

Група абонентських пристроїв з'єднується з комутатором доступу Cisco Catalyst 3560 по технології Fast Ethernet (тип інтерфейсу - 100Base-TX), для цього використовується кабель UTP 5 категорії. Тип роз'єму - RJ-45. Комутатор доступу Cisco Catalyst 3560 підключається до комутатора Cisco Catalyst 6509 з допомогою як SM-, так і MM - оптоволоконного кабелю (інтерфейс - 1000Base-LX). Тип роз'єму - LC. До комутатора Cisco Catalyst 6509 також підключається периферійний сервер (тип інтерфейсу - 100Base-TX), за допомогою кабелю UTP 5 категорії.

При з'єднанні комутатора Cisco Catalyst 6509 і маршрутизатора Cisco 7603 використовується одномодова оптоволоконна лінія (при з'єднанні комутаційного обладнання, яке знаходиться в одному підрайоні, можливе

використання багатомодової лінії зв'язку - це обумовлено відстанню між пристроями). Рекомендується використовувати інтерфейс - 1000Base-LX (технологія Gigabit Ethernet) - в зв'язку з тим, що відстань між усіма комутаторами рівня розподілу і відповідними маршрутизаторами рівня ядра не перевищує 10 км.

У свою чергу, маршрутизатори Cisco 7603 (рівень ядра) з'єднуються між собою через інтерфейси 10GBase - LR (технологія 10Gigabit Ethernet) за допомогою SM - оптоволоконної лінії. Максимальна довжина кабелю в цьому випадку не перевищує 10 км).

До маршрутизаторів Cisco 7603 також підключаються всі основні сервери, які обслуговують мережу, в тому числі головна станція IPTV і IP PBX - через комутатор 3 рівня Cisco Catalyst 6503 з допомогою інтерфейсів 1000 Base-SX (технологія Gigabit Ethernet).

3.6 Опис СКС

З огляду на те, що для обслуговування потрібні лінії зв'язку з досить широкою смугою пропускання, для побудови СКС в проектованій мережі оптимальним варіантом буде використання волоконно-оптичного кабелю на тих ділянках мережі, де будуть використовуватися технології Gigabit і 10GB Ethernet. Таким чином, волоконно-оптичні лінії необхідно прокладати для з'єднання маршрутизаторів ядра між собою і з комутаторами рівня розподілу, для зв'язку комутаторів розподілу з комутаторами доступу. Причому, між тими вузлами, які знаходяться на відносно великій відстані один від іншого, необхідне використання одномодового оптоволокна, у якого значно більший показник довжини сегмента мережі без повторювача (до 10 км), ніж при використанні багатомодового оптоволокна (до 550 м).

Вартість волоконно-оптичних кабелів ненабагато перевищує вартість кабелів витой пари, маючи найкращі характеристики. Однак проведення монтажних робіт по оптоволокну обходиться набагато дорожче.

Для підключення абонентів на рівні доступу будемо використовувати UTP кабель 5 категорії. Для з'єднання кабелів з устаткуванням використовуються конектори і розетки RJ-45.

Таким чином, побудова СКС базується на використанні волоконно-оптичного кабелю і витой пари категорії 5.

Відповідно міжнародних стандартів ISO/IEC 11801, мережа СКЗ складається з двох підсистем.

Горизонтальна підсистема - кабельна структура від телекомунікаційної розетки до телекомунікаційної шафи (розподільного пункту) і містить наступні компоненти:

- горизонтальні кабелі;
- комунікаційні розетки;
- точки переходу (ТП);
- кабельні роз'єми;
- кросові з'єднання.

Підсистема магістралей забезпечує з'єднання між телекомунікаційними шафами і головним вузлом (вузлом агрегації). Телекомунікаційні шафи - місце, де міститься телекомунікаційне системне обладнання. Воно включає механічні роз'єми і кросові з'єднання для горизонтальних і магістральних кабелів.

Магістральна кабельна підсистема будується по деревовидній топології на рівні доступу і топології кільце на рівні ядра. На всіх магістральних лініях було вирішено використовувати оптоволоконний одномодовий кабель, так як він дозволяє підвищити надійність мережі.

Для з'єднання оптичного кабелю з активним обладнанням застосовуються спеціальні роз'єми LC.

Шафи оптичні (розподільні) призначені для організації роз'ємного з'єднання декількох оптичних кабелів, і виконання перемикань в процесі експлуатації мережі. Вони застосовуються при переході з лінійних (зовнішніх) оптоволоконних кабелів до активного обладнання.

Горизонтальна кабельна підсистема включає в себе горизонтальні кабелі, коробки і кабельрости для розташування горизонтальних кабелів. Розподільники розміщуються в телекомунікаційних шафах. Звідси по відповідним трасах відходять кабелі до телекомунікаційних розеток, які знаходяться у абонентів.

Всередині будівель використовується гранична централізація абонентської системи будинку - установка обладнання в одній точці будинку, в яку зводяться кабельні лінії від всіх абонентів.

У горизонтальній кабельній підсистемі сектору розподільний пункт знаходиться в вуличній телекомунікаційній шафі, де знаходиться активне обладнання та крос.

Висновки по розділу 3

Для побудови мережі було вибрано телекомунікаційне обладнання для всіх рівнів: маршрутизатори Cisco 7603, комутатори Catalyst 3650 і Catalyst 6905, IP-PBX з функцією VoIP шлюзу Siemens HiPath8000, головна станція IPTV Tandberg iPlex. При виборі обладнання враховувалися технічні характеристики пристроїв і вимоги до обладнання. Також були описані СКС і схема з'єднань.

4 IP-ПРОЕКТУВАННЯ

4.1 Вибір IP-адрес мережі

Спроектована телекомунікаційна мережа ділиться на 7 поверхів зі своєю вузловою точкою. З метою оптимізації для кожної зони обслуговування була виділена своя мережа. Адреса користувачам мережі будуть видаватися динамічно DHCP-сервером і для послуг VoIP конвертуватися в телефонні номери за допомогою H.323-сервера VoIP-шлюзу, який має таблиці конвертації. Для організації адресації між маршрутизаторами ядра необхідно виділити адресні простори для організації двоточкових мереж, якими є глобальні маршрути з'єднані за принципом «точка-точка». Для адресації мережі необхідно 5 підмереж класу А з /20 біт-маскою та 5 підмереж класу А з /21 біт-маскою. Також необхідно виділити адреси для серверів. Вибрані адреси підмереж представлені в таблиці 4.1. Адреси для доступу до ресурсів мережі - в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Розподіл адресного простору мережі

Вузол мережі	Абонентів, чел	Адресний простір
1	175	10.0.3.0/24
2	114	10.0.4.0/24
3	172	10.0.5.0/24
4	159	10.0.6.0/24
5	70	10.0.7.0/25
6	75	10.0.7.128/25
7	15	10.0.0.0/26

Таблиця 4.2 – Розподіл адресного простору зон доступу до ресурсів мережі

Ресурс	Адресний простір
VoIP	10.0.37.225/28
FTP	10.0.37.226 /28
IPTV	10.0.3.229/28

4.2 Налаштування обладнання мережі

Для кожного маршрутизатора мережі необхідно провести налаштування інтерфейсів і таблиці маршрутизації. Тому для оцінки якісних характеристик мережі необхідно спочатку створити модель мережі - для цього у фірми Cisco існує програмний засіб - Packet Tracer 7.2.1. Модель мережі зображено на рис. 4.1.

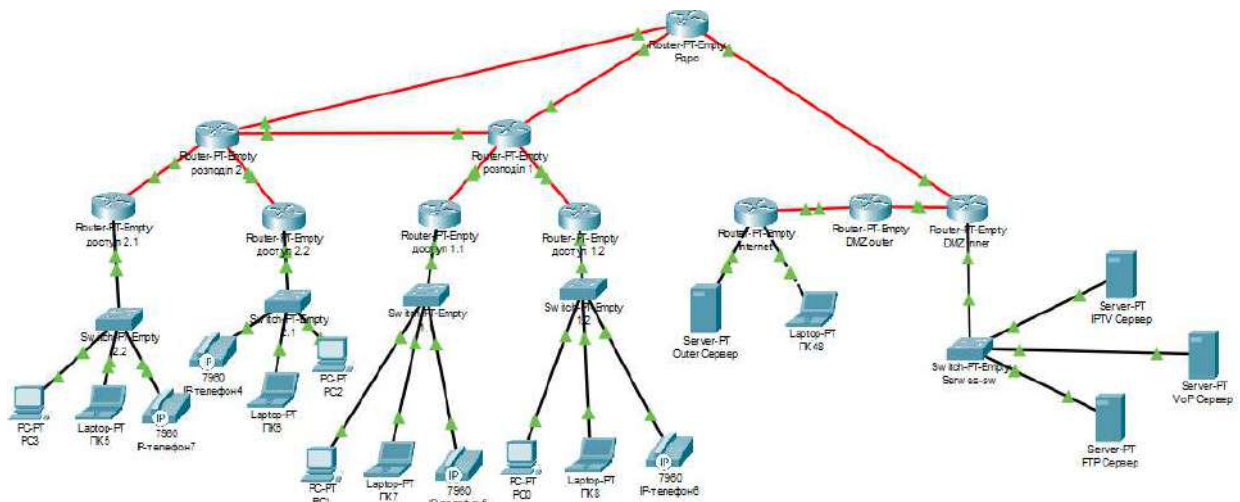


Рисунок 4.1 – Модель мережі в Packet Tracer

Конфігураційні файли для мережного обладнання можна починати створювати з рівня доступу – там вони найпростіші.

Налаштування DHCP в маршрутизаторі доступу 1.1:

```
Router>en
```

```
Router#conf term
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
Router(config)#hostname Dostup1.1
```

```
Dostup1.1 (config)#ip dhcp pool Dostup1.1
```

```
Dostup1.1 (dhcp-config)#network 10.0.3.0 255.255.255.0
```

```
Dostup1.1 (dhcp-config)#default-router 10.0.3.1
```

```
Dostup1.1 (dhcp-config)#ex
```

```
Dostup1.1 (config)#ex
```

Аналогічно налаштовуються й інші маршрутизатори доступу.

Далі налаштовуємо динамічно маршрутизацію у мережі.

Налаштування динамічної маршрутизації маршрутизатора доступу 1.1:

```
Dostup1.1>en
```

```
Dostup1.1#conf term
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
Dostup1.1 (config)#router ospf 100
```

```
Dostup1.1 (config-router)#network 10.0.56.8 0.0.0.3 area 0
```

```
Dostup1.1 (config-router)#network 10.0.3.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Dostup1.1 (config-router)#ex
```

```
Dostup1.1 (config)#ex
```

Network address translation (NAT) - створюється для конвертації внутрішньої IP адресації в адреси глобальної Інтернет мережі. Це дає можливість виходу в Інтернет для корпоративних внутрішніх IP мереж з внутрішніми IP адресами (intranet). Налаштування NAT маршрутизатора Конфігурація доступу в Інтернет (NAT). Налаштування NAT проводиться на маршрутизаторі DMZ outer:

```
Router>en
```

```
Router#conf term
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
Router(config)#int gig0/0
```

```
Router(config-if)#ip nat inside
```

```
Router(config-if)#int gig1/0
```

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

```
Router(config-if)#ex
```

```
Router(config)#ip access-list standard NatAbons
```

```
Router(config-std-nacl)#permit 10.0.0.0 0.0.63.255
```

```
Router(config-std-nacl)#ex
```

```
Router(config)#ip nat pool Pool210 210.0.48.4 210.0.62.4 netmask 255.255.240.0
```

```
Router(config)#ip nat inside source list NatAbons pool Pool210
```

```
Router(config)#ex
```

Приклад налаштування доступу внутрішніх абонентів до мережі Internet.

Задаємо пул адрес.

```
#ip nat pool no-overload 192.168.0.0 192.168.20.255 prefix 24
```

Вказуємо ім'я NAT пулу no-overload.

```
#ip nat inside source list 1 pool no-overload
```

Access-list 1 дозволяє вихід до Internet такими адресами: (с 10.0.0.0 по 10.0.255.255):

```
# Access-list 1 permit 10.0.0.0 0.0.255.255
```

```
#deny any any
```

Абоненти різних тарифних моделей мають різні права доступу до послуг. У мережі право доступу до тієї чи іншої послуги визначається за допомогою списків доступу.

Таким чином, необхідно налаштувати списки доступу, виходячи зі списку послуг абонентів. У таблиці 4.3 наведені права доступу деяких користувачів до серверів.

Таблиця 4.3 – Права доступу користувачів до серверів

Користувач	VoIP (10.0.37.225)	FTP (10.0.37.226)	IPTV (10.0.3.229)
(PC0-10.0.3.2)	+	—	—
(PC1-10.0.4.2)	+	—	—
(PC2-10.0.5.2)	—	—	+
(PC3-10.0.6.2)	—	+	+

Створимо групи доступу для серверів DMZ (на маршрутизаторі NAT)

Для PC0 (Extended IP access list 101):

```
access-list 101 permit tcp host 10.0.3.2 host 10.0.37.225
```

```
access-list 101 deny ip any any
```

Для PC1 (Extended IP access list 102):

```
access-list 102 permit tcp host 10.0.4.2 host 10.0.37.225
```

```
access-list 102 deny ip any any
```

Для PC2 (Extended IP access list 103):

```
access-list 103 permit tcp host 10.0.5.2 host 10.0.3.229
```

```
access-list 103 deny ip any any
```

Для PC3 (Extended IP access list 104):

```
access-list 104 permit tcp host 10.0.6.2 host 10.0.3.229  
access-list 104 permit tcp host 10.0.6.2 host 10.0.37.226 eq ftp  
access-list 104 deny ip any any
```

Висновки до розділу 4

Таким чином, в даному розділі було проведено моделювання мережі в програмному пакеті Cisco Packet Tracer 7.2.1. Для цього були проведені вибір IP-адрес мережі, настройка основних вузлів і перевірка функціональності.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1 Охорона праці на підприємствах зв'язку

В якості об'єкту проектування виступає вузол телекомунікаційної мережі. На підприємстві задіяні робітники різноманітних професій:

- лінійні монтери;
- системні адміністратори;
- співробітники служби техпідримки.

Вимоги до охорони праці співробітників в галузі зв'язку описані в нормативах та посадових інструкціях. В рамках бакалаврської роботи необхідно визначити параметри приміщення, а саме мікроклімату робочого місця оператора (інженера) АТС. З огляду на те, що в роботі використовуються цифрові станції, службові обов'язки вимагають від співробітників проводити майже весь робочий день за персональними комп'ютерами. Зважаючи на це, необхідно визначити основні вимоги до приміщень де будуть розміщені робочі місця співробітників.

5.1.1 Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці за персональним комп'ютером

Експлуатація ПК супроводжується впливом на організм комплексу факторів трудового процесу й виробничого середовища. У результаті настають 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, неврити, остеохондрози, кистьовий тунельний синдром, астенотопія, комп'ютерна алергія, офтальмопатія, захворювання шкіри, радіохвильова хвороба та інш.).

5.1.2 Заходи щодо поліпшення умов праці робітників

Для пояснення розрахунків розглянемо наступний приклад.

Робочим приміщенням у якому розташований телекомунікаційний вузол (АТС) є кімната розмірами 5 метрів на 4 метри. У приміщенні розташовані три комп'ютери потужністю 0,4 кВт, три монітори потужністю 0,2кВт, кондиціонер потужністю 2 кВт. Приміщення знаходиться на 1 поверсі житлового будинку цегельної забудови і по своїм характеристикам цілком відповідає вимогам СНіП 2.09.04.-87.

До приміщення Інтернет 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 та інш.).

Приміщення у якому знаходиться робоче місце з ПК повинно мати природне освітлення, бажано з одnobічним 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 м², обсяг - 20 м³ (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 (древіностружечні 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.

5.1.3 Розміщення робочих місць

Розглянемо облаштованість робочих місць із ПК. Схематично приміщення відділу представлено на рисунку 5.1.

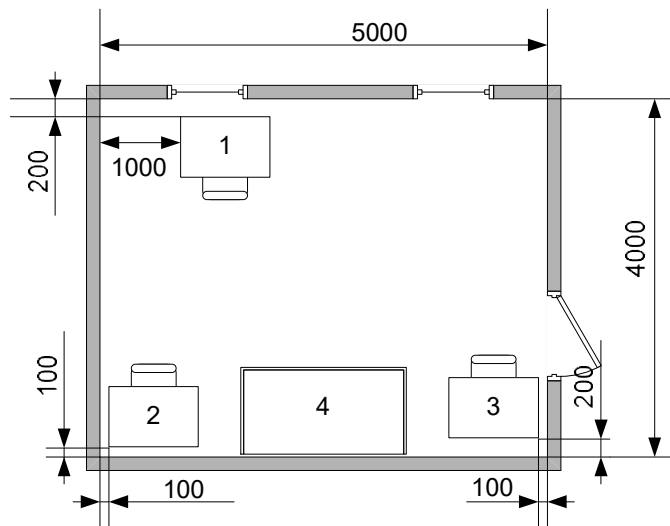


Рисунок 5.1 – Розташування робочих місць на центральному вузлі

При аналізі облаштованості робочих місць із ПК на прикладі відділу виявлені такі порушення:

- робочі столи №№1-3 розташовані не вірно, працюючий повинен знаходитися таким чином, що світло з вікна падало збоку не на спину або в обличчя;
- робочі місця №№1-3 місце розташовуються від стіни на відстані менше 1 м, що є недопустимим.

На рисунку 5.2 наведена схема розташування робочих місць згідно з загальновідомим вимогами.

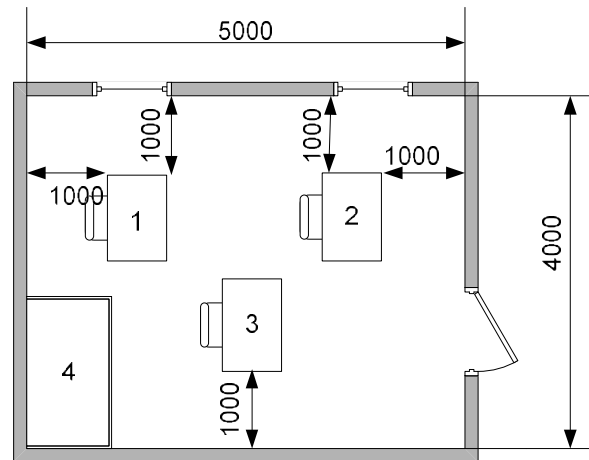


Рисунок 5.2 – Правильне розташування робочих місць

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

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

- шафу (№4) поставити в нижній лівий кут;

У такий спосіб робочі місця користувача ПК у відділі будуть розташовані згідно ГОСТ і будуть мати вигляд представлений на рисунку 4.2.

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 - закругленим. 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.

5.1.4 Розрахунок параметрів системи кондиціонування та вентиляції

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

Витрату повітря в приміщенні з додатковим тепловиділенням визначаємо по формулі:

$$L = \frac{Q_{над}}{c \times p(t_{\delta} - t_n)}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.1)$$

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

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

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/м³);

t_{δ} - температура витяжного повітря (30°С);

t_n - температура приточного повітря (20°С).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла по формулі:

$$Q_{над} = Q_{уст} + Q_{пер} + Q_{осв} + Q_{ср}, \quad (5.2)$$

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:

$$Q_{уст} = P \times K_a \times K_{\delta} \times 860, \quad (5.3)$$

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

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

K_{δ} - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

Сумарне виділення теплової енергії в приміщенні становитиме:

$$Q_{уст} = [(3 \cdot 0,4) + (3 \cdot 0,2) + (1 \cdot 2)] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 3105 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{\text{пер}} = n \times g, \quad (5.4)$$

де: n - кількість працюючих;

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

Розрахуємо:

$$Q_{\text{пер}} = 3 \times 100 = 300 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення по формулі:

$$Q_{\text{осв}} = E_m \cdot g_1 \cdot S, \quad (5.5)$$

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

g_1 - питома тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп - 0,05 ккал/год.).

S - площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{\text{осв}} = 400 \cdot 0,05 \cdot 20 = 400 \text{ ккал / год.}$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна по формулі:

$$Q_{\text{сп}} = F \cdot g_2 \cdot K_{\text{осл}}, \quad (5.6)$$

де: F - площа віконних прорізів ($1,55 \text{ м}^2$).

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

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

Розрахуємо:

$$Q_{ср} = 1,55 \cdot 65 \cdot 0,4 = 40,3 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{над} = 3105 + 300 + 400 + 40,3 = 3845,3 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{3845,3}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (30 - 20)} = 1323,4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Існуюча в система кондиціонування і вентилявання має продуктивність $2000 \text{ куб. м./годину}$, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати $22\text{-}24$ градуса по Цельсію, $0,1$ метра в секунду і $40\text{-}60 \%$ відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати $23\text{-}25$ градусів Цельсія, рухливість повітря $0,1\text{-}0,2$ метрів секунду, вологість $40\text{-}60 \%$. Температура може коливатися від 22 до 26 градусів Цельсія при збереженні всіх інших параметрів мікроклімату. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним даним приміщення відділу маркетингу.

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

Розміри приміщення: довжина ($a=5$ м), ширина ($b=4$ м), висота ($h=3,2$ м). Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття - $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвищуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_c = 3,2 - 0,5 = 2,7 \text{ м}, \quad (5.7)$$

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 це відповідає цій вимозі.

2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею

$$h = h_0 - h_p = 2,7 - 0,7 = 2 \text{ м}, \quad (5.8)$$

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

3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ м}, \quad (5.9)$$

4) Розрахуємо необхідну кількість світильників

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{5 \cdot 4}{2,24^2} \approx 4, \quad (5.10)$$

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

5) Світловий потік лампи світильника визначається за формулою:

$$\Phi_{\lambda} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \text{ ккал/год.}, \quad (5.11)$$

де: E - нормативна освітленість, лк;

K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

S - площа приміщення, що освітлюється, м²;

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:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{5 \cdot 4}{3,2 \cdot (5+4)} = 0.7, \quad (5.12)$$

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

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

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 20 \cdot 0,7}{4 \cdot 0,58} = 2413,8_{\text{лм}}, \quad (5.13)$$

9) Обираємо лампу з трехполосним люмінофором (світлова отдача до 110 Лм/Вт), потужністю 25 Вт, світловий потік якої становить 2500 лм. Хоча це значення на 5% більше розрахованого, однак не перевищує встановлену норму ($-0\% < \Delta\Phi_{\text{л}} < +20\%$). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{\text{св}} = P \cdot N = 25 \cdot 4 = 100 \text{ Вт}, \quad (5.64)$$

5.2 Пожежна безпека та безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони та безпеки при надзвичайних ситуаціях.

У приміщенні відділу моніторингу АТС 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 забороняється:

- облаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі;

- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвищення 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.;
- захищати 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.

Об'єктом забезпечення на предмет визначення надзвичайних небезпек та їх наслідків є також приміщенні відділу моніторингу АТС. Однією із вірогідних загроз може бути раптове виникнення пожежу внаслідок короткого замикання в електромережах або розрядів статистичної електрики,

що може привести до пошкодження і руйнування будівлі, устаткування, комунікацій, виділення токсичних продуктів горіння.

Будинок, кому розташований відділ повинен бути обладнаний мережею протипожежного водо забезпечення, установками виявлення та гасіння пожеж відповідно вимогам 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 1м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держати вільними, нічим не захащувати. 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 необхідності 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:

$$l=1,5\sqrt{P}, \quad (5.15)$$

де: P – 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 5.3).

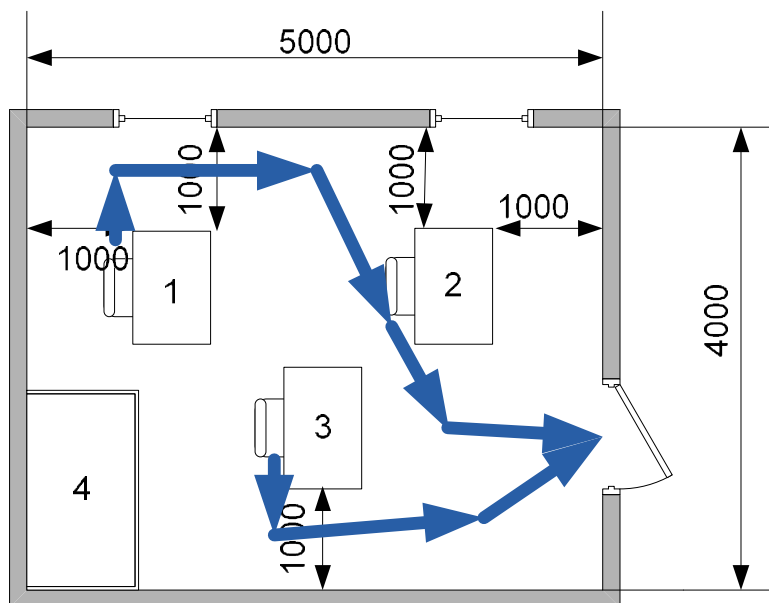


Рисунок 5.3 – План евакуації при пожежі

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. Перекрийте 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 по зниженню 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 над вами – потрібно оцінити обстановку и якщо є впевненість, що ще не має сильної задимленості з високою температурою, потрібно негайно покинути приміщення, рухаючись до виходу по коридорам і сходовим 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 знаходитесь в приміщенні де немає пожежі, але відрізани вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и 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-г поверху при пожежі смертельний).

ВИСНОВКИ

У даній роботі було проведено проектування мультисервісної мережі та забезпечення сучасними високоякісними послугами абонентів бізнес-центру «VECTOR» на вул. Студентська 5-7 знаходиться в місті Києві, Шевченківському районі.

У розробленій мережі будуть надані наступні телекомунікаційні послуги:

- послуги VoIP;
- послуги Інтернет;
- послуги IPTV;
- послуги зберігання і передачі файлів (музика, відео, фото, інформація) на базі FTP сервера;

У мережі передачі даних на рівні магістральної транспортної мережі рівня ядра необхідно використовувати канали 10 Gigabit Ethernet з агрегацією трафіку.

Мережа буде будуватися за змішаною топологією (тип топології буде залежати від рівня мережі). На рівні ядра буде використовуватись «коміркова» топологія, в основі якої лежить об'єднання топологій «кільце» між маршрутизаторами ядра та «оптимальна зірка». Для побудови транспортної мережі був обраний стандарт 10GBASE-LR.

На рівні доступу була обрана архітектура FTTB, так як вона найбільш економічно обґрунтована. На деяких ділянках мережі, особливо в районах з приватною забудовою будемо використовувати технологію архітектура FTTN, яка є найбільш зручна для приватного сектора.

Технологія Fast Ethernet (100 Base-TX) забезпечить підключення абонентів до мережі надання послуг Triple Play (високошвидкісної передачі даних, надання послуг телефонії на базі VoIP, послуг IPTV).

Також в роботі були розроблені структурна і функціональна схема мережі, визначені інтерфейси і протоколи взаємодії обладнання.

Для оптимізації передачі даних в мережі передбачається використовувати протокол маршрутизації OSPF. Для послуг IP-телефонії в проєктованій мережі пропонується використовувати протокол H.323

Для побудови мережі було вибрано мережеве обладнання для всіх рівнів: маршрутизатори Cisco 7603, комутатори Catalyst 3650 і Catalyst 6905, IP-PBX з функцією VoIP шлюзу Siemens HiPath8000, головна станція IPTV Tandberg iPlex. При виборі обладнання враховувалися технічні характеристики пристроїв і вимоги ТЗ. Також були описані СКС і схема з'єднань.

Максимальна затримка на найдовшому маршруті склала 142 мс. Резервні маршрути функціонують і не вносять додаткових затримок, тобто затримки для мережі не перевищують 150 мс для VoIP.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електронний ресурс <http://vector-kiev.com/object/category/studencheskaya/plan/>.
2. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер – СПб: Питер, 2000 – 672с.
3. Компьютерные сети / Ю.А. Кулаков, Г.М. Луцкий – К., Юниор, 1998. – 384с.
4. Крылов В.В., Самохвалова С.С. – Теория телетрафика и ее приложения. – СПб.: БХВ-Петербург. –2005. – 288 с
5. А.Ретана, Д.Слайс, Р.Уайт. Проектирование корпоративных IP-сетей. "Вильямс", 2002. – 368 с.
6. Олифер В. Олифер Н., Компьютерные сети. – Санкт-Петербург: Питер, 2003.
7. Столингс В., Современные компьютерные сети. – Санкт-Петербург: Питер, 2003
8. Таненбаум Э., Компьютерные сети. – Санкт-Петербург: Питер, 2003
9. Обзор продуктов и решений компании Cisco Systems/Г. Большаков и др. – Киев: Cisco Systems, 2002. -84с.
10. Барсков А.Г. ТВ в сетях IP // Сети и системы связи. 2004. № 11.
11. Структурированные кабельные системы. Стандарты, компоненты, проектирование, монтаж и техническая эксплуатация/Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. – М.: КомпьютерПресс, 1999. – 488 с.
12. Телекоммуникационные системы и сети: учебное пособие. В 3-х томах. Том 3. – Мультисервисные сети. под ред. В. П. Шувалова. Москва: Горячая линия – Телком, 2005.
13. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефония. М.: Радио и связь, 2001.

14. Р.Фриман. Волоконно-оптические системы связи. Издание 3-е дополненное. Перевод с английского под ред. Н. Н. Слепова. Москва: Техносфера. 2006.
15. Р. Р. Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. Москва: ЭКО – ТРЕНДЗ. 2001.
16. К.Е. Телегин, Принцип выбора оборудования для построения сетей доступа. Технология и средства связи 2007 №3.
17. Сети нового поколения. Обзор проектов 2007. Технология и средства связи 2008 №1.
18. Росляков А.В., Самсонов П.В., Шибояев А.П. IP-телефония. М.: «Эко-Тренд», 2001.
19. Корнеев В.А. Введение в теорию сетей связи. Учеб. пособие. РРТИ, Рязань, 1984.
20. Камер Д. Сети TCP/IP, т.1. Принципы, протоколы и структура. 4-е изд.: – М.: Вильямс, 2003. – 880 с.

ДОДАТОК А

Структурна схема

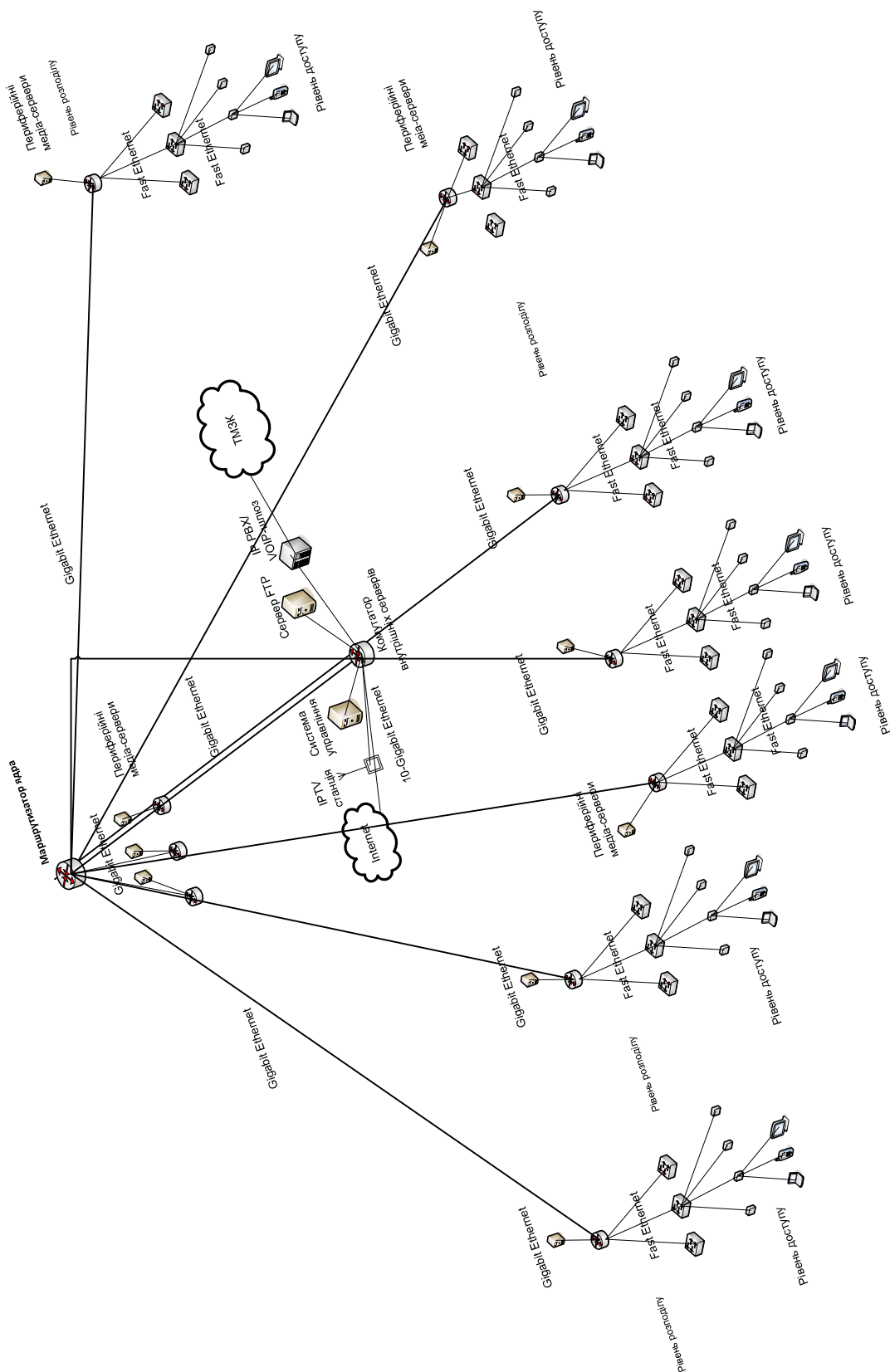


Рисунок А.1 – Структурна схема мережі

ДОДАТОК Б

Функціональна схема мережі

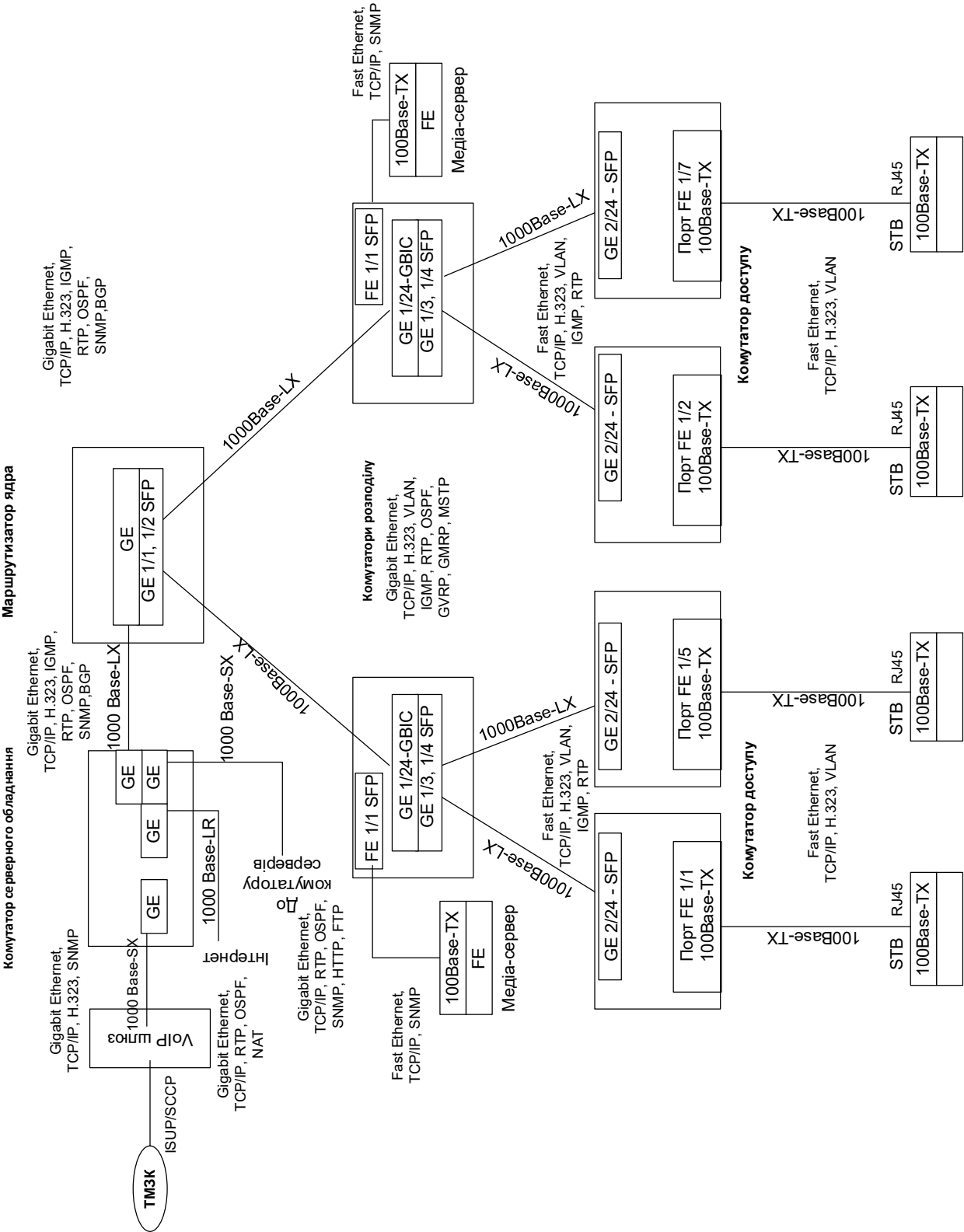


Рисунок Б.1 – Функціональна схема мережі

ДОДАТОК В

Схема з'єднань

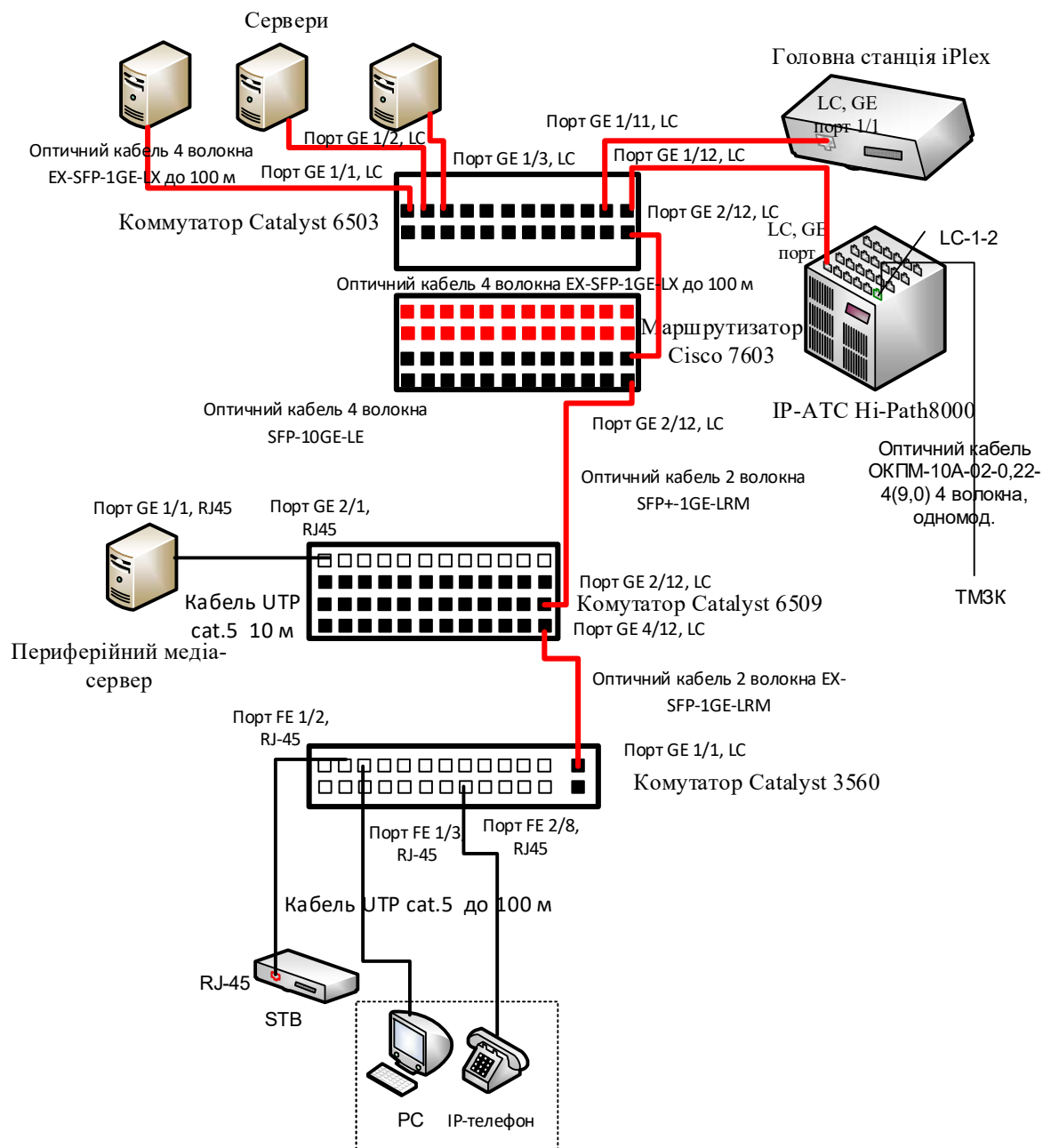


Рисунок В.1 – Схема з'єднань