БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.КІ-46.00.00.000 ПЗ

Група КІ-21-2

Пільгуй Олександр

2025

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних систем і мереж

Пільгуй Олександр Миколайович

УДК 004

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Модернізація локальної мережі гімназії с.Залісся Луцького району Волинської області на базі комутаторів TP-LINK

Комп'ютерна інженерія
(назва освітньої програми)

123 – Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач освітнього ступеня _____ *Пільгуй О.М.*
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник _____ *Возний І.І., асистент*
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
д.т.н., професор _____ /С. І. Мельничук/
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут *Інформаційних технологій*

Кафедра *Комп'ютерних систем і мереж*

Освітньо-кваліфікаційний рівень *бакалавр*

Спеціальність *123 – Комп'ютерна інженерія*

ЗАТВЕРДЖУЮ**:**

Зав. кафедрою КСМ

С.І. Мельничук

*«05 » травня 2025*року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пільгую Олександру Миколайовичу .

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи*) Модернізація локальної мережі гімназії с.Залісся Луцького району Волинської області на базі комутаторів TP-LINK* .

керівник проекту (роботи) *Возний Ігор Іванович, асистент* .

затверджені наказом вищого навчального закладу від 05*.05.2025 №275/78*

2. Строк подання студентом проекту (роботи) *12 червня 2025р.*

3. Вихідні дані до роботи *Методичні вказівки, технічна література* .

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

1. Аналіз діяльності навчального закладу та існуючої мережевої інфраструктури, 2. Розробка архітектури та вибір технічних рішень для модернізації локальної мережі. налаштування та тестування мережі, 3. Практична реалізація локальної мережі навчального закладу

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Аркуш 1-2. Специфікація обладнання виробів і матеріалів, Аркуш 3. Структурна схема, Аркуш 4. План розташування обладнання і кабельних трас. 1 корпус, Аркуш 5. Схема підключення, Аркуш 6. ТШ1-ТШ4 загальний вигляд. .

6. Консультанти розділів роботи

7. Дата видачі завдання *29 січня 2025 р.* .

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	*Збір інформації, вивчення літератури та пошук додаткової інформації*	*Лютий 2025р*	
2	*Аналіз діяльності навчального закладу та існуючої мережевої інфраструктури*	*Березень 2025р*	
3	*Розробка архітектури та вибір технічних рішень для модернізації локальної мережі. налаштування та тестування мережі.*	*Квітень 2025р*	
4	*Практична реалізація локальної мережі навчального закладу*	*Травень 2025р*	
5	*Оформлення додатків, дипломної роботи*	*Червень 2025р*	

Студент _____ *Пільгуй О.М.*

Керівник роботи _____ *Возний І.І..*

АНОТАЦІЯ

В першому розділі описано діяльність гімназії та проведено детальний аналіз існуючої мережі.

Другий розділ присвячений вибору архітектури та технічних рішень для модернізації, обґрунтуванню вибору обладнання та побудові логічної схеми мережі.

У третьому розділі розглянуто практичну реалізацію мережі: фізичну інфраструктуру, налаштування та тестування обладнання.

Завершальні розділи присвячені висновкам, аналізу безпекових аспектів та перспективам подальшого розвитку мережі.

У висновках зазначено, що модернізована локальна мережа відповідає сучасним вимогам, забезпечує стабільну роботу інформаційних сервісів навчального закладу, підвищує ефективність навчального процесу та створює умови для подальшої цифровізації освітнього середовища.

Ключові слова: локальна мережа, комутатори Tp-Link, структурована кабельна система, мережеві протоколи, адміністрування, гімназія, освітня інфраструктура.

ANNOTATION

The first chapter describes the activities of the gymnasium and provides a detailed analysis of the existing network.

The second section is devoted to the choice of architecture and technical solutions for modernization, justification of equipment selection, and construction of a network logic diagram.

The third section discusses the practical implementation of the network: physical infrastructure, equipment setup and testing.

The final sections are devoted to conclusions, analysis of security aspects, and prospects for further development of the network.

The conclusions state that the modernized local network meets modern requirements, ensures stable operation of information services of the educational institution, increases the efficiency of the educational process and creates conditions for further digitalization of the educational environment.

Keywords: local network, Tp-Link switches, structured cabling system, network protocols, administration, gymnasium, educational infrastructure.

ЗМІСТ

ВСТУП 4

1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ТА ІСНУЮЧОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ 6

1.1 Опис діяльності організації 6

1.2 Опис, структура та аналіз існуючої локальної мережі організації 8

1.3 Теоретичні аспекти побудови локальних мереж 14

Висновки до родзілу 17

2 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ТА ВИБІР ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ. НАЛАШТУВАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ МЕРЕЖІ 20

2.1 Архітектура локальної мережі 20

2.2 Апаратні засоби 24

2.3 Програмні засоби побудови локальної мережі 29

2.4 Остаточна структура локальної мережі 33

2.5 Опис розробленої мережі 37

2.6 Налаштування та тестування 40

Висновки до розділу 48

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ 50

3.1 Вибір обладнання та матеріалів 50

3.2 Структурна схема мережі 51

3.3 Схема підключення обладнання та його розміщення в телекомунікаційних шафах 53

Висновки до розділу 54

ВИСНОВКИ 55

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА 56

ДОДАТКИ

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

					БР.КІ-46.00.00.000 ПЗ			
Змн.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*				
Розроб.		*Пільгуй О.М.*			*Модернізація локальної мережі гімназії с.Залісся Луцького району Волинської області на базі комутаторів TP-LINK*	*Літ.*	*Арк.* 3	*Аркушів*
Перевір.		*Возний І.І.*						
Реценз.		*Кропивницький Д.Р.*				ІФНТУНГ, КІ-21-2		
Н. Контр.		*Лазорів А.М.*						
Затверд.		*Мельничук С.І.*						

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі цифрові технології все глибше інтегруються в усі сфери діяльності людини, зокрема в освітній процес. Школи, ліцеї та гімназії дедалі частіше впроваджують інформаційно-комунікаційні технології для підвищення якості навчання, ефективності управління та комунікації між учасниками освітнього процесу. Локальні обчислювальні мережі (ЛОМ) у таких закладах виступають ключовим інструментом, який об’єднує всі інформаційні ресурси, створює умови для організації електронного документообігу, доступу до освітніх платформ та обміну даними.

Проте багато навчальних закладів, особливо у сільській місцевості, стикаються з проблемами застарілих мережевих інфраструктур, які вже не відповідають сучасним вимогам. Такі мережі можуть мати обмежену пропускну здатність, слабку захищеність від зовнішніх і внутрішніх загроз, а також нестачу гнучкості для розширення та модернізації. Це стримує впровадження новітніх методик навчання, обмежує можливості для дистанційної освіти та використання цифрових сервісів.

З огляду на це, тема модернізації локальної мережі гімназії села Залісся Луцького району Волинської області є актуальною та практично значущою. Сучасне обладнання, зокрема комутатори TP-Link, забезпечує не лише більшу пропускну здатність, а й підвищений рівень надійності та безпеки мережевої інфраструктури. Створення такої мережі допомагає реалізувати потенціал сучасних технологій у навчальному середовищі та полегшує роботу педагогів, адміністрації й учнів.

Мета роботи. Метою цієї дипломної роботи є розробка та впровадження проєкту модернізації локальної комп’ютерної мережі гімназії села Залісся на основі сучасних комутаційних рішень. Це передбачає не тільки оновлення фізичних компонентів мережі, а й створення гнучкої та масштабованої архітектури, що відповідає вимогам сучасної освіти. Особлива увага приділяється

забезпеченню високого рівня інформаційної безпеки, стабільної роботи всіх елементів мережі та оптимізації адміністрування.

У рамках цієї мети необхідно провести комплексний аналіз існуючої мережевої інфраструктури, виявити її слабкі сторони та розробити рекомендації щодо їх усунення. Також важливо підібрати відповідне обладнання, що враховує як сучасні технічні вимоги, так і можливість подальшого розширення та вдосконалення мережі. Результатом роботи має стати ефективно спроєктована та впроваджена мережева інфраструктура, що відповідатиме потребам гімназії сьогодні та в майбутньому.

Об’єкт дослідження. Об’єктом дослідження є локальна комп’ютерна мережа гімназії села Залісся.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є процеси проєктування, модернізації та оптимізації локальної мережі гімназії.

Практична цінність. Практична цінність даної роботи полягає у створенні ефективного, сучасного та безпечного мережевого середовища локально мережі гімназії. Запропонований проєкт модернізації локальної мережі дозволяє вирішити наявні проблеми в інфраструктурі, забезпечити стабільну та швидку передачу даних, знизити навантаження на адміністративний персонал.

1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ТА ІСНУЮЧОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

1.1 Опис діяльності організації

Навчальний заклад виконує важливу соціальну та культурну роль у місцевій громаді, забезпечуючи учням доступ до якісної освіти та всебічного розвитку. Успішна реалізація освітніх програм потребує чіткої організації роботи колективу та ефективного використання наявних ресурсів. Зважаючи на важливість створення сучасного інформаційного середовища, особлива увага приділяється питанням інформатизації, що відкриває нові можливості для навчання та управління закладом. У цьому контексті важливо розуміти загальну організаційну структуру гімназії та роль кожного з її підрозділів у забезпеченні стабільної роботи та подальшого розвитку.

1.1.1 Загальна характеристика закладу освіти

Заклад загальної середньої освіти «Гімназія села Залісся» Копачівської сільської ради Луцького району Волинської області є складовою частиною освітньої мережі регіону. Основною метою діяльності цього закладу є забезпечення реалізації права громадян на здобуття якісної початкової та базової середньої освіти відповідно до державних стандартів. Гімназія здійснює навчання учнів з першого по дев'ятий класи, що відповідає чинному законодавству щодо організації ступенів освіти в Україні.

Навчально-виховний процес у гімназії орієнтований на гармонійний розвиток особистості школяра, формування громадянської свідомості, моральних орієнтирів та ключових компетентностей, необхідних для успішної адаптації в сучасному суспільстві. Педагогічна діяльність передбачає не лише передавання знань, а й виховання культури поведінки, відповідальності, взаємоповаги та

активної життєвої позиції. Значна увага приділяється розвитку логічного мислення, комунікативних навичок та самостійності учнів.

Залежно від потреб учнів і організаційних можливостей закладу, освітній процес проводиться у різних формах. Основною є очна форма навчання, проте за потреби застосовуються індивідуальні форми організації занять. У випадках, коли виникають обставини, що унеможливлюють фізичну присутність дитини у класі, гімназія може використовувати елементи дистанційного навчання, що відповідає сучасним тенденціям цифровізації освіти.

Гімназія активно співпрацює з батьками, місцевою владою та громадою, беручи участь у реалізації виховних, культурних і соціальних ініціатив, спрямованих на розвиток молоді. Таким чином, заклад виконує не лише освітню, а й соціально-культурну функцію в межах громади.

1.1.2 Матеріально-технічна база та управлінська діяльність

У структурі гімназії функціонують три навчальні корпуси, які розташовані на одній території та використовуються для організації навчального процесу, виховної роботи та позашкільної діяльності. Навчальні приміщення закладу відповідають своєму функціональному призначенню та пристосовані для проведення занять з основних загальноосвітніх дисциплін. У кожному корпусі облаштовано навчальні кабінети, що забезпечують базові умови для здійснення освітньої діяльності, хоча технічне оснащення залишається на рівні, що потребує систематичного оновлення.

Попри обмежені фінансові ресурси, адміністрація гімназії вживає заходів для покращення навчального середовища. У приміщеннях проводяться ремонти, поступово оновлюється навчальне обладнання, організовується простір для гурткової діяльності, виховних заходів та інших форм позаурочної роботи. Певну роль у цьому відіграють також місцеві ініціативи та підтримка з боку батьківської спільноти, які долучаються до процесів оновлення матеріальної бази.

Управлінську діяльність у гімназії здійснює директор — Гнатюк Василь Антонович. Під його керівництвом заклад функціонує як активний учасник

освітнього процесу громади, поступово впроваджуючи нові підходи до організації навчання, моніторингу якості освіти та комунікації з учасниками освітнього процесу. Управлінські зусилля спрямовані на створення безпечного, інклюзивного та мотивуючого освітнього середовища, що відповідає викликам часу. У цьому контексті важливим завданням залишається не лише підтримання належного рівня організації навчання, а й пошук шляхів подальшого розвитку — як у матеріально-технічному, так і в педагогічному аспектах.

1.2 Опис, структура та аналіз існуючої локальної мережі організації

Для повноцінного функціонування освітнього процесу необхідна стабільна та надійна мережа, що поєднує всі інформаційні ресурси та забезпечує їх доступність. Аналіз існуючої мережевої інфраструктури дозволяє зрозуміти, наскільки вона відповідає вимогам навчального процесу та чи здатна задовольнити потреби закладу. Важливо оцінити фізичні та логічні аспекти організації мережі, а також визначити можливі проблеми та напрямки вдосконалення. Це створює підґрунтя для подальшої розробки нової архітектури, яка буде більш адаптованою до сучасних умов.

1.2.1 Фізична структура мережі

На сьогодні в гімназії реалізовано локальну обчислювальну мережу, яка забезпечує об’єднання комп’ютерної техніки в єдине інформаційне середовище, необхідне для організації навчального процесу, адміністрування, документообігу, доступу до інтернету та зберігання навчальних матеріалів. Локальна мережа побудована за топологією «зірка», що передбачає підключення кожного пристрою до центрального вузла комутації. Така структура є однією з найпоширеніших і найбільш стабільних для використання в навчальних закладах, оскільки у випадку виходу з ладу одного з вузлів решта мережі продовжує працювати без збоїв. Разом з тим, центром у такій мережі виступає комутатор або концентратор, який є

критичною точкою, і його несправність здатна зупинити функціонування всієї мережі [1].

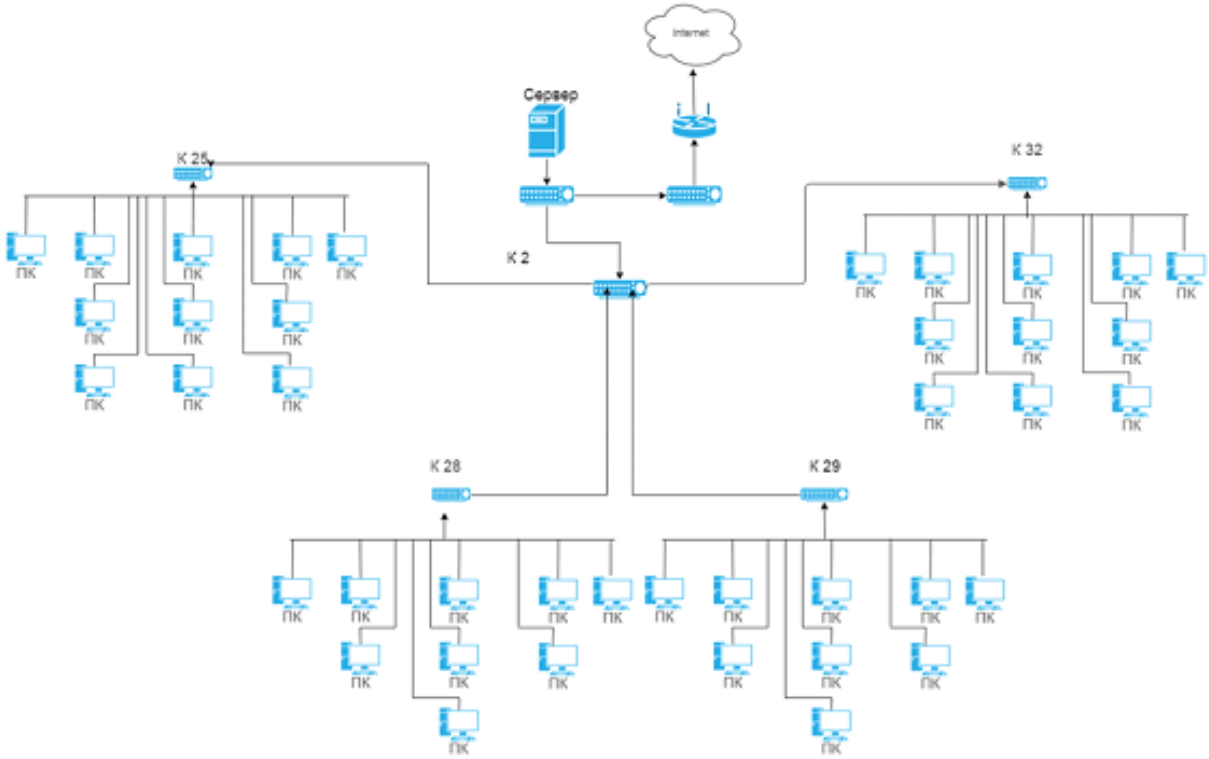

Рисунок 1.1 – Структура локальної мережі до модернізації

Фізичне середовище передачі даних складається з кабельної системи на основі неекранованої витої пари категорії 5 (UTP Cat 5). Це дозволяє використовувати стандарт передачі даних Fast Ethernet зі швидкістю до 100 Мбіт/с. У деяких сегментах кабельна система сумісна з категорією 3, що дає можливість використовувати попередньо змонтовану проводку без значних витрат на модернізацію. Мережеві з’єднання в корпусах гімназії організовані через комутатори — у наявності є два керованих комутатори TP-Link TL-SG3218, які забезпечують більшу гнучкість у конфігуруванні мережі, а також один некерований комутатор TP-Link TL-SF1008D, який використовується для простих підключень у менш завантажених сегментах [2].

Рисунок 1.2 – Комутатор TP-Link TL-SG3218 та комутатор TP-Link TL-SF1008D

У центрі мережі розташований файл-сервер, який виконує функції зберігання навчальних матеріалів, авторизації користувачів, контролю доступу до ресурсів та обміну файлами. Сервер побудований на основі високопродуктивних комплектуючих, що дозволяють обробляти запити з кількох десятків робочих місць одночасно.

Таблиця 1.1 – Основні характеристики

Тип технічного засобу	Характеристика
Тип комп'ютера	Централізований сервер
Операційна система	Microsoft Windows Server 2016
Тип ЦП	Intel Xeon Silver 4210R (Socket 3647, ATX, 2.4 ГГц, 13.75 Мбайт)
Системна плата	Supermicro X11SPM-F (Intel C621, Socket 3647, microATX)
Оперативна пам'ять	Crucial ECC DDR4 2933MHz 32 Гбайт (2x16 Гбайт)
Тип BIOS	Phoenix SecureCore UEFI
Відеоадаптер	AMD Radeon Pro WX 3200 4 Гбайт (PCIe x16)
Монітор	HP Z24n G2 24 дюйми
Дисковий накопичувач	Western Digital Red Pro 4 Тбайт (7200 RPM, SATA III)
Звукова карта	Realtek ALC1220 (вбудована)
Оптичний накопичувач	LG GH24NSD5 DVD±RW
Клавіатура	A4Tech KR-85 USB
Миша	Microsoft Classic IntelliMouse USB
Мережева карта	2x TP-Link TG-3468 Gigabit Ethernet Adapter (PCIe x1)

Для захисту від перебоїв у електропостачанні сервер підключений до джерела безперебійного живлення CyberPower CP1500EPFCLCD, що дозволяє завершити сеанси роботи та зберегти дані у випадку аварійного вимкнення світла.

Рисунок 1.3 - ДБЖ CyberPower CP1500EPFCLCD

1.2.2 Логічна структура (IP-адресація, маршрутизація)

Логічна структура мережі побудована на моделі "клієнт-сервер". Така модель є оптимальною для середовища навчального закладу, оскільки забезпечує централізоване управління доступом до інформації, контроль за ресурсами, безпеку та стабільність роботи. Усі робочі станції діють як клієнти, які звертаються до серверів для отримання файлів, запуску навчальних програм, перегляду спільних баз даних тощо [3].

Розподіл IP-адрес у мережі реалізується автоматично завдяки використанню служби DHCP. Цю функцію виконує сервер, який надає кожному пристрою у мережі динамічну IP-адресу на основі пулу, визначеного у його налаштуваннях. Це дозволяє спростити адміністрування, особливо у випадку, коли до мережі періодично підключаються нові пристрої. У деяких випадках (наприклад, для сервера, мережевого принтера) може бути використано статичну IP-адресацію. У перспективі можлива інтеграція камер відеоспостереження, які також потребуватимуть фіксованих IP-адрес для стабільного доступу до потоку відео та централізованого моніторингу [4].

Мережеві комутатори, які об’єднують усі комп’ютери гімназії, працюють на канальному рівні моделі OSI та здійснюють фільтрацію кадрів на основі MAC-адрес. Це дозволяє зменшити обсяг непотрібного трафіку та підвищити ефективність використання смуги пропускання. Основний сервер також виконує

функції маршрутизатора, зокрема він керує внутрішнім трафіком, розмежовує потоки між підмережами, а також забезпечує вихід в інтернет через провайдера [5].

1.2.3 Виявлені проблеми або недоліки

Попри загальну ефективність і стабільність роботи локальної мережі, аналіз її структури дозволяє виділити низку недоліків і потенційних точок зростання. Передусім варто відзначити, що через централізовану топологію «зірка» вся система залежить від стабільної роботи центрального комутатора та сервера. У разі виходу з ладу будь-якого з цих компонентів функціонування всієї мережі буде повністю зупинено. Таким чином, в організації відсутній механізм дублювання критичних елементів мережевої інфраструктури, що є небажаним для безперервного освітнього процесу.

Також одним із можливих вузьких місць є файл-сервер, який виконує багато функцій одночасно. За умов високого навантаження, особливо під час проведення онлайн-уроків або роботи з великими навчальними файлами, його продуктивність може виявитися недостатньою. Ситуація ускладнюється ще й тим, що відсутній резервний сервер, який би міг автоматично прийняти навантаження у випадку збою основного.

Окремої уваги потребує питання безпеки. На момент аналізу не виявлено впровадження сегментування мережі за допомогою VLAN або міжмережевих екранів, що робить систему потенційно вразливою до внутрішніх загроз і небажаних підключень. Також не зафіксовано використання додаткових програмних засобів моніторингу та заповнення журналу подій у мережі, що ускладнює виявлення та реагування на інциденти.

Ще однією проблемою є складність модернізації або масштабування мережі. У разі збільшення кількості користувачів, класів або корпусів може знадобитися повна реконструкція окремих сегментів, зокрема заміна комутаторів на більш продуктивні або розширення серверних потужностей. Фізична розділеність корпусів гімназії створює додаткові технічні труднощі для підтримки

стабільного з’єднання, особливо якщо використовуються кабельні з'єднання без буферних підсилювачів або повторювачів.

Окремим аспектом, який потребує уваги, є відсутність мережевих принтерів у навчальних корпусах. На момент аналізу у гімназії відсутні пристрої друку, інтегровані в локальну мережу з можливістю віддаленого доступу з робочих станцій. Це створює організаційні труднощі для вчителів та адміністрації, оскільки потребує фізичного переміщення до окремих кабінетів із принтерами або використання флеш-накопичувачів. В умовах сучасного освітнього процесу, який передбачає швидкий обмін інформацією, друк розкладів, навчальних матеріалів, внутрішніх наказів, наявність хоча б одного мережевого принтера у кожному корпусі є важливим елементом зручності й ефективності.

З урахуванням фізичної віддаленості корпусів, централізоване використання одного пристрою є неефективним як з точки зору зручності, так і з точки зору навантаження на мережу. Найкращим рішенням є встановлення окремого мережевого принтера у кожному з трьох корпусів з підключенням через Ethernet та налаштуванням через DHCP або статичну IP-адресацію. Це дозволяє не лише підвищити доступність друку, а й зменшити ризик затримок і втрат трафіку при пересиланні великих обсягів даних. У майбутньому така інфраструктура може бути доповнена підтримкою VLAN та реалізацією політик доступу — для обмеження кола користувачів, ведення журналу дій, а також покращення безпеки в межах єдиного інформаційного простору.

Встановлення мережевих принтерів також відкриває перспективи впровадження електронного документообігу, що є актуальним для сучасних освітніх закладів, особливо в умовах поступового переходу до цифрових рішень.

З урахуванням викладеного, існуюча мережа, хоча й виконує базові функції, потребує подальшої модернізації. Це стосується як апаратної складової (встановлення додаткового обладнання, впровадження резервування), так і програмного забезпечення та політики безпеки. Проведення таких заходів дозволить зробити мережу більш надійною, масштабованою й безпечною для майбутніх викликів та інтеграції новітніх технологій у навчальний процес.

1.3 Теоретичні аспекти побудови локальних мереж

Розуміння основних теоретичних принципів побудови локальних мереж допомагає створювати ефективні та безпечні системи для підтримки навчального процесу. У цьому розділі розглядаються загальні поняття та підходи, які застосовуються у процесі проектування мережевих рішень. Теоретичний базис дозволяє зробити правильний вибір щодо архітектури мережі, її масштабування, захисту та продуктивності. Такий підхід допомагає закласти надійну основу для подальшої практичної реалізації модернізованої інфраструктури.

1.3.1 Типи топологій локальних мереж

Процес побудови локальних обчислювальних мереж (ЛОМ) є важливою складовою сучасної інформатизації закладів освіти, підприємств, офісів та будь-яких інших організацій, що мають потребу в ефективному обміні даними. Теоретичні основи створення локальних мереж охоплюють ряд ключових понять, серед яких варто виділити типи топологій, варіанти середовища передавання даних, набір протоколів, що забезпечують зв’язок між пристроями, модель взаємодії відкритих систем OSI, а також різноманітні мережеві компоненти й важливі аспекти, пов’язані з безпекою, масштабованістю й надійністю функціонування мережі. Усі ці елементи тісно взаємодіють між собою й створюють цілісну основу для ефективного функціонування інформаційної інфраструктури будь-якої організації.

Одним з базових понять при побудові локальної мережі є її топологія, тобто спосіб фізичного або логічного з’єднання вузлів мережі, таких як комп’ютери, принтери, сервери, комутатори та інші пристрої. Вибір тієї чи іншої топології безпосередньо впливає на продуктивність, масштабованість, стійкість до відмов, а також на вартість реалізації та обслуговування мережі.

Найпоширенішою та однією з найефективніших топологій сучасності вважається топологія типу «зірка». В її основі лежить принцип централізованого управління передачею даних: усі вузли мережі з’єднуються з одним центральним

комутаційним пристроєм, яким зазвичай виступає комутатор (switch) або концентратор (hub). Такий підхід має ряд беззаперечних переваг. Зокрема, фізична ізоляція з'єднань дозволяє легко виявляти та локалізовувати несправності. Якщо виходить з ладу один із кінцевих пристроїв або кабель, це не впливає на загальну працездатність усієї мережі. До того ж, структура типу «зірка» дозволяє легко масштабувати мережу, додаючи нові пристрої без суттєвого порушення роботи вже існуючої інфраструктури [6].

Однак варто розуміти, що така топологія має і певні обмеження. Головним недоліком є залежність від центрального вузла: у разі його відмови перестає функціонувати вся мережа. Крім того, зростання кількості підключень може призвести до перевантаження центрального пристрою, що вимагає його заміни на потужніший варіант. Незважаючи на це, саме «зірка» на сьогодні лишається стандартом для побудови більшості офісних і навчальних локальних мереж, зокрема через свою простоту реалізації, гнучкість та сумісність із сучасними мережевими технологіями.

1.3.2 Середовище передавання даних

Іншою важливою складовою побудови мережі є середовище передавання даних, тобто фізичне середовище, через яке передаються електричні або оптичні сигнали. Це може бути як дротове, так і бездротове з'єднання. Найчастіше в локальних мережах використовують вита пару (UTP або STP) — тип кабелю, що складається з кількох пар мідних проводів, які переплетені між собою для зменшення електромагнітних завад. Вита пара є порівняно дешевим, легким у монтажі й достатньо надійним рішенням для більшості освітніх або офісних середовищ, де не вимагається надвисока пропускна здатність.

В окремих випадках, наприклад, коли потрібно передавати дані на великі відстані або в умовах підвищеного електромагнітного шуму, можуть застосовуватися оптоволоконні кабелі. Вони забезпечують високу швидкість і майже повну захищеність від завад, але мають значно вищу вартість і складніші вимоги до монтажу. Також набувають поширення бездротові технології, зокрема

Wi-Fi, які дозволяють створювати мобільні робочі середовища без прокладання кабельних трас. Проте вони схильні до втручань, потребують ретельного планування покриття та часто вимагають додаткових заходів безпеки [7].

1.3.3 Протоколи та модель OSI

Функціонування будь-якої комп'ютерної мережі є неможливим без використання спеціальних правил і стандартів, відомих як мережеві протоколи. Вони визначають спосіб обміну даними між пристроями, включаючи структуру пакетів, порядок їх передавання, контроль помилок і процедури синхронізації. Найбільш поширеним на сьогодні є стек протоколів TCP/IP, який лежить в основі Інтернету та більшості локальних мереж. Цей стек включає протоколи на різних рівнях взаємодії — від фізичної передачі сигналів до логічного адресування, маршрутизації й прикладного рівня обміну [8].

З метою стандартизації взаємодії між різними виробниками мережевого обладнання була створена еталонна семирівнева модель OSI (Open Systems Interconnection). Кожен рівень моделі виконує конкретну функцію та взаємодіє з суміжними рівнями. Вона охоплює фізичний рівень, канальний, мережевий, транспортний, сеансовий, представницький і прикладний. Хоча ця модель не використовується безпосередньо в реалізації сучасних протоколів, вона слугує потужним інструментом для розуміння структури мережевої взаємодії та навчання основам комп'ютерних мереж.

1.3.4 Компоненти локальної мережі

Для забезпечення ефективної роботи локальної мережі необхідне використання низки спеціалізованих апаратних компонентів. Насамперед до них належать комутатори (switches), які забезпечують з'єднання між пристроями в мережі та оптимізують передачу даних завдяки логічному маршрутизуванню на основі MAC-адрес. Також у склад мережі можуть входити маршрутизатори (routers), що забезпечують з'єднання локальної мережі з зовнішніми мережами, зокрема з Інтернетом, та здійснюють IP-маршрутизацію.

Серед інших компонентів можна згадати мережеві інтерфейсні карти, точки доступу для Wi-Fi, мережеві принтери, сервери файлів або баз даних тощо. Кожен з цих елементів виконує свою специфічну функцію, спрямовану на розширення можливостей користувачів у межах мережевого середовища. Розташування та конфігурація таких пристроїв повинні бути ретельно сплановані відповідно до потреб установи, кількості користувачів, обсягів передаваних даних та характеру діяльності організації.

1.3.5 Безпека, надійність і масштабованість

Зі зростанням ролі комп'ютерних мереж у повсякденному житті зростає й потреба в забезпеченні їх безпеки та стабільності. Безпека локальної мережі передбачає захист даних від несанкціонованого доступу, втрати, пошкодження або викрадення. Для цього застосовуються різноманітні методи: фізичне обмеження доступу до обладнання, використання міжмережевих екранів (фаєрволів), антивірусних програм, шифрування передаваних даних, а також автентифікація користувачів і обмеження прав доступу.

Надійність мережі залежить від якості обладнання, резервування основних компонентів і правильного проєктування мережевої структури. Наприклад, встановлення резервного джерела живлення або дублюючих каналів зв'язку дозволяє зменшити ризик відмови у критичний момент.

Масштабованість мережі означає її здатність до розширення без значного впливу на продуктивність. У добре спроєктованій локальній мережі можна легко додати нові вузли, користувачів або сегменти без потреби повної перебудови структури. Це особливо важливо для освітніх закладів, які з часом оновлюють своє обладнання, впроваджують нові сервіси, або збільшують кількість учнів і викладачів, що користуються інформаційними ресурсами.

Висновки до розділу

У результаті проведеного аналізу локальної мережі гімназії було сформовано цілісне уявлення про наявну інформаційно-телекомунікаційну

інфраструктуру освітнього закладу. Дослідження фізичної структури показало, що локальна мережа охоплює декілька корпусів навчального комплексу, у кожному з яких розташовані комп’ютеризовані кабінети, адміністративні приміщення та інші структурні елементи, до яких підключені клієнтські пристрої. З’єднання між цими приміщеннями реалізовано за допомогою дротових інтерфейсів, здебільшого на основі неекранованої витої пари, а також з використанням бездротових Wi-Fi сегментів, що охоплюють пункти доступу у зонах з високою мобільністю або складністю прокладання кабелів.

Логічна структура мережі гімназії побудована за принципом централізації доступу до ресурсів. Основу становлять окремі сегменти, організовані за кабінетним принципом, які з’єднуються між собою через центральне мережеве обладнання — маршрутизатори та комутатори, що формують єдине інформаційне середовище. В межах мережі реалізовано доступ до освітніх платформ, спільних ресурсів, електронних журналів, систем адміністрування, принтерів та сканерів, а також підключення до глобальної мережі Інтернет. Таким чином, забезпечується функціонування освітнього процесу, облік академічної успішності, ведення електронної документації та внутрішня комунікація.

Разом із тим, у ході аналізу було виявлено низку проблем, які свідчать про необхідність оновлення, оптимізації або часткової модернізації існуючої мережі. Основними недоліками є застаріле або недостатньо продуктивне мережеве обладнання, обмеження у пропускній здатності каналів, а також нерівномірне покриття бездротовою мережею в деяких частинах корпусів. Крім того, через відсутність резервних рішень виникає ризик втрати зв’язку у випадку виходу з ладу центральних вузлів або критичних комутаторів. Виявлено й окремі проблеми з логічною структурою мережі, зокрема нестача сегментації для різних категорій користувачів, що створює потенційні загрози безпеці або призводить до зниження загальної продуктивності при високому навантаженні.

Поглиблений теоретичний аналіз основ побудови локальних мереж дозволив чітко зрозуміти принципи, на яких ґрунтується проектування ефективної мережевої інфраструктури. Було детально розглянуто типи топологій, зокрема

топологію типу «зірка», яка лежить в основі мережі гімназії, а також особливості вибору середовища передавання даних. Теоретичне обґрунтування показало, що при правильному плануванні така структура може забезпечити високу продуктивність, гнучкість і простоту масштабування. Також значну увагу було приділено мережевим протоколам, моделі OSI, а також питанням безпеки, надійності та компонентного складу ЛОМ.

Окрім технічних недоліків, таких як обмежена масштабованість, відсутність сегментації, застаріле обладнання та слабка захищеність, було також виявлено функціональні обмеження, які впливають на зручність роботи персоналу. Зокрема, у закладі відсутні мережеві принтери, що ускладнює процес друку документів у різних корпусах гімназії та вимагає додаткових зусиль з боку вчителів і адміністрації. Урахування цієї проблеми під час подальшої модернізації дозволить не лише підвищити загальну ефективність мережевої інфраструктури, а й покращити організацію повсякденних внутрішніх процесів.

Загалом, перший розділ надає цілісне уявлення про поточний стан локальної мережі освітньої установи та її ключові характеристики, а також створює міцне теоретичне підґрунтя для подальших практичних етапів модернізації та оптимізації мережевої інфраструктури. Зібрана інформація дозволяє сформулювати обґрунтовані пропозиції щодо вдосконалення логіки роботи мережі, підвищення рівня безпеки, розширення функціональних можливостей та забезпечення відповідності сучасним стандартам організації освітнього середовища.

2 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ТА ВИБІР ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ. НАЛАШТУВАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ МЕРЕЖІ

2.1 Архітектура локальної мережі

Під час проектування мережевої інфраструктури важливо визначити оптимальну архітектуру, яка відповідатиме як потребам навчального процесу, так і вимогам до надійності та безпеки. У цьому розділі розглядається структура мережі, яка дозволяє забезпечити зручність адміністрування та максимальну ефективність використання ресурсів. Структурована організація мережевих підключень допомагає уникнути перевантаження та гарантує стабільність роботи. Такий підхід забезпечує умови для подальшого розвитку та гнучкого розширення мережі, що особливо важливо у динамічному навчальному середовищі.

2.1.1 Вибір топології

У процесі розробки локальної комп’ютерної мережі для навчального закладу було прийнято рішення реалізувати мережу на основі клієнт-серверної архітектури, що відповідає потребам закладу в організації надійного та централізованого управління ресурсами. Ця модель є однією з найпоширеніших і найефективніших у практиці побудови корпоративних мереж, зокрема в умовах навчальних установ, де важливо забезпечити як високий рівень доступності ресурсів, так і централізоване управління безпекою, доступом та даними.

Суть клієнт-серверної архітектури полягає у розділенні обов’язків між двома основними типами пристроїв: клієнтами та серверами. Клієнтська частина, що представлена робочими станціями учнів, викладачів або адміністративного персоналу, виконує функції ініціатора запитів до мережевих ресурсів, обробляє інформацію на рівні інтерфейсу та забезпечує взаємодію користувача з системою. Сервер, своєю чергою, є головним елементом мережі — на ньому зберігаються всі

ключові дані, розміщуються програми, відбувається обробка запитів клієнтів та реалізується логіка роботи всієї інформаційної системи [9].

Централізована модель роботи дозволяє забезпечити високу ефективність мережі завдяки спеціалізованому обладнанню серверного рівня, яке пристосоване до великих навантажень, має більшу потужність обчислювальних ресурсів, а також підтримує засоби відмовостійкості. Це дає змогу ефективно реалізувати такі задачі, як зберігання навчальних матеріалів, централізований доступ до розкладів, оцінок, електронних щоденників, організація обміну файлами, онлайн-занять, проведення тестів та інтеграція з іншими освітніми сервісами [10].

2.1.2 Обґрунтування вибору

Причиною вибору саме клієнт-серверної архітектури є її універсальність, гнучкість та здатність масштабуватися у разі зростання кількості користувачів або сервісів. Крім того, такий підхід дозволяє ефективно управляти мережею з одного центру, що особливо актуально для навчального закладу, де часто змінюються користувачі, пристрої або навіть навчальні потреби.

Ще однією перевагою даної моделі є підвищений рівень безпеки. Оскільки основна обробка даних і збереження критично важливої інформації відбувається на сервері, адміністратор має змогу контролювати доступ, реалізовувати політики безпеки, проводити регулярне резервне копіювання, оновлення системи без втручання в кожен клієнтський комп’ютер. Це значно знижує ризик втрати даних та підвищує загальну надійність системи.

Водночас не можна ігнорувати наявні недоліки такої архітектури. У разі відмови сервера вся система тимчасово втрачає працездатність, оскільки саме він є центральною ланкою в обробці запитів. Тому для реалізації клієнт-серверної моделі необхідно передбачити резервні сценарії, надійне джерело живлення, захист від перенавантажень, а також високу якість каналів передачі даних. Для стабільної роботи мережі важливо забезпечити безперервне з’єднання між клієнтами та сервером, що вимагає сучасного і якісного мережевого обладнання.

Щодо фізичної реалізації мережі, то основою стало впровадження структурованої кабельної системи. Такий підхід дозволяє не лише раціонально організувати фізичну інфраструктуру, а й забезпечити можливість швидкої модернізації, масштабування, технічного обслуговування та діагностики у разі несправностей. На відміну від застарілих хаотичних підходів до прокладання мережі, структуроване кабелювання дозволяє уникнути збоїв, плутанини в підключеннях, зменшує теплове навантаження та сприяє довготривалій надійній експлуатації.

Ключовими елементами структурованої кабельної системи є патч-панелі, комутаційні блоки, кабелі категорії 5e, розподільчі панелі (MDA) та транки. Вони з'єднують різні компоненти мережі між собою, забезпечуючи єдину інфраструктуру для передачі як комп'ютерного, так і телефонного сигналу. Це дозволяє не лише досягти високої продуктивності та естетичної впорядкованості, але й швидко адаптувати мережу до змін або зростання вимог.

Зокрема, ліцей розділений на три основні корпуси, кожен з яких включає декілька навчальних та адміністративних приміщень. У межах корпусів реалізована окрема структура прокладання кабелів, що поєднана у єдину мережу за допомогою центрального комутаційного вузла.

2.1.3 Логічна схема мережі

Реалізована в ліцеї локальна мережа поєднує в собі апаратне та програмне забезпечення, яке дозволяє забезпечити стабільну та ефективну роботу всіх елементів освітньої IT-інфраструктури. Серед основного обладнання, що входить до складу мережі, варто виділити сервери на базі платформ з процесорами Intel Xeon Silver, що забезпечують високу обчислювальну продуктивність, комутатори TP-Link для з'єднання окремих сегментів мережі, а також Wi-Fi точки доступу для покриття бездротовими сигналами приміщень ліцею.

Програмне забезпечення включає сучасні операційні системи Windows 10 на клієнтських машинах та Windows Server 2022 на сервері, що дозволяє інтегрувати багато функціональних можливостей — від розгортання домену до

організації загальних ресурсів, керування правами доступу, централізованого встановлення програм та моніторингу активності в мережі.

Щодо логічної схеми мережі, вона демонструє чіткий поділ на сегменти: кожен корпус ліцею має власний вузол підключення, що з'єднується з центральним сервером. Завдяки такій структурі реалізується принцип відносної автономності корпусів з можливістю швидкого відновлення зв'язку або модернізації окремих частин системи. У візуальному представленні показано, як модернізація дозволила покращити розміщення вузлів і оптимізувати маршрути передавання даних.

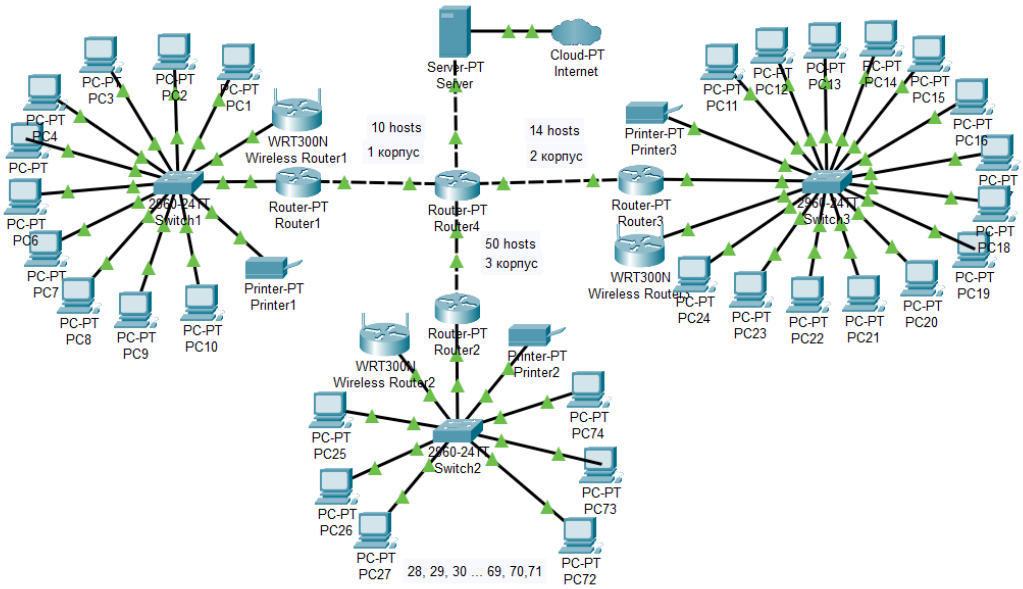

Рисунок 2.1 – Мережа гімназії після модернізації

Мережева взаємодія здійснюється за допомогою таких протоколів, як TCP/IP — для основної передачі даних, FTP — для доступу до файлів, SMTP — для електронної пошти, Telnet — для віддаленого адміністрування, а також додаткових протоколів, що можуть використовуватись для внутрішніх службових потреб. Завдяки впровадженню таких стандартів досягається сумісність, стабільність та безпечний обмін інформацією у межах мережі [11].

Таким чином, побудована в ліцеї архітектура локальної мережі демонструє глибоко продуману й ефективно реалізовану систему, яка відповідає сучасним вимогам до освітніх установ. Вона поєднує в собі надійність, гнучкість,

продуктивність і безпеку, створюючи фундамент для цифрової трансформації навчального процесу.

Сервер розташований у першому корпусі, що має найменшу кількість комп'ютерів. Завдяки цьому вдалося організувати окремий кабінет для серверного обладнання, обмежити фізичний доступ до нього сторонніх осіб та забезпечити надійне середовище для роботи ключових мережевих сервісів. Така організація сприяє підвищенню інформаційної безпеки та мінімізує ризики у разі відмови окремих компонентів мережі.

Окрім базового маршрутизатора, встановленого в кожному корпусі, у перспективі передбачено використання повторювачів Wi-Fi сигналу. Це дозволить підвищити якість зв'язку у зонах зі слабким покриттям та забезпечити стабільну роботу бездротового сегмента мережі навіть у найбільш віддалених приміщеннях.

Усі ці схеми виконують важливу функцію не лише під час монтажу та первинного налаштування, а й у подальшій експлуатації: вони допомагають швидко виявляти несправності, спрощують обслуговування та модернізацію мережі. Такий підхід створює підґрунтя для стабільної роботи всіх компонентів IT-інфраструктури та для розвитку нових цифрових сервісів у майбутньому.

Отже, логічна структура мережі дає повне уявлення про можливості для подальшого розвитку. Такий комплексний підхід до побудови локальної мережі дозволяє не лише підвищити стабільність і продуктивність, а й створює основу для розширення функціоналу та впровадження новітніх цифрових сервісів у навчальний процес. У наступних розділах буде розглянуто процес реалізації цього проєкту, налаштування обладнання та проведення тестувань для забезпечення безперебійної роботи всієї системи.

2.2 Апаратні засоби

Апаратне забезпечення, що використовується для побудови локальної комп'ютерної мережі гімназії, охоплює активні та пасивні компоненти, які

забезпечують її ефективну, надійну та безперебійну роботу. Перед модернізацією мережі її архітектура мала застарілу структуру, що включала повільні комутатори, обмежені точки доступу та комп'ютери, які працювали під управлінням операційної системи Windows 7. Центральний сервер функціонував на основі Windows Server 2016, що також вимагало оновлення у зв'язку з припиненням підтримки, нижчим рівнем безпеки та обмеженою масштабованістю.

2.2.1 Вибір обладнання

У рамках модернізації локальної мережі було прийнято рішення про повну заміну серверного й комутаційного обладнання з метою досягнення вищого рівня надійності, продуктивності та інформаційної безпеки. Замість застарілої серверної системи впроваджено сучасний сервер із попередньо встановленою операційною системою Windows Server 2022, яка забезпечує централізоване адміністрування, резервне копіювання, застосування політик безпеки та розгортання доменної інфраструктури [12].

Оновлення також торкнулося клієнтських машин, які отримали ліцензійне програмне забезпечення Windows 10 Pro. Такий вибір дозволяє налагодити стабільну взаємодію з серверними службами, розширити функціональність навчального середовища та забезпечити сумісність з сучасними програмами, які використовуються у навчальному процесі [13].

Ключову роль у побудові нової мережевої інфраструктури відіграють гігабітні керовані комутатори з підтримкою технологій VLAN, QoS, пріоритезації трафіку, віддаленого адміністрування та засобів безпечної маршрутизації. Для реалізації комунікаційної структури в навчальних корпусах, де кількість підключень не перевищує 14 пристроїв, обрано модель TP-Link TL-SG3218. Цей комутатор має 16 гігабітних портів, що дозволяє безперешкодно організувати доступ як для комп'ютерів, так і для периферійних пристроїв, з певним резервом для майбутнього підключення нових елементів [14].

У корпусі з найбільшою кількістю користувачів, де передбачено підключення п'ятдесяти комп'ютерів, маршрутизатора та мережевого принтера,

реалізовано комбіноване рішення. Основу складають два 24-портових керованих комутатора TP Link TL SG2428P, які забезпечують стабільне з'єднання для більшості пристроїв. Додатково встановлено ще один комутатор TP-Link TL-SG3218 на 16 портів, який дозволяє компенсувати нестачу портів і водночас підтримує функції VLAN і управління. Така конфігурація відповідає сучасним вимогам до надійної та масштабованої локальної мережі й дозволяє уникнути зайвих витрат на надмірне обладнання.

Бездротовий сегмент мережі побудовано на основі точок доступу TP-Link EAP265 HD, які працюють за стандартом Wi-Fi 5 та підтримують централізоване керування через платформу Omada Controller. Вони забезпечують стабільний бездротовий доступ до мережі у всіх приміщеннях, де неможливо або недоцільно прокладати кабельну інфраструктуру. У місцях зі зниженим рівнем сигналу передбачено можливість встановлення додаткових ретрансляторів [15].

Щодо пасивного обладнання, то вся система побудована з урахуванням сучасних стандартів структурованого кабелювання. Основу фізичного з’єднання становить неекранована вита пара категорії 5e, яка забезпечує достатню пропускну здатність для більшості навчальних завдань. Кабельна інфраструктура доповнена патч-панелями, розетками, з’єднувальними модулями та кабельними каналами, які змонтовані згідно з просторовим зонуванням приміщень і дозволяють легко здійснювати обслуговування, технічну діагностику та подальше розширення мережі.

Уся система розрахована на стабільну щоденну експлуатацію в умовах навчального закладу й відповідає сучасним критеріям гнучкості, безпеки, масштабованості та економічної доцільності.

2.2.2 Таблиця характеристик

З метою забезпечення надійної та стабільної роботи локальної мережі було здійснено детальний підбір апаратних засобів, виходячи з технічних вимог, функціонального навантаження та особливостей просторової організації гімназії. Основна увага була зосереджена на двох ключових компонентах: сервері, який

виконує функції централізованого керування, зберігання даних та адміністрування, а також робочих станціях, що безпосередньо використовуються педагогічним колективом і здобувачами освіти. Усі обрані технічні засоби відповідають актуальним стандартам продуктивності та енергоефективності, що дозволяє досягти оптимального балансу між вартістю та функціональністю. Детальні технічні характеристики наведено нижче.

Таблиця 2.1 – Конфігурація серверного обладнання

Тип технічного засобу	Характеристика
Тип пристрою	Сервер
Операційна система	Microsoft Windows Server 2022
Процесор	Intel Xeon E-2224 (4 ядра, 3.4 ГГц)
Оперативна пам’ять	DDR4 32 ГБ ECC
Системна плата	Supermicro X11SCL-F
Жорсткий диск	HDD WD Gold 4 ТБ (7200 RPM, SATA III)
Мережева карта	Intel Dual-Port Gigabit Ethernet
Корпус	Rackmount 2U з подвійним живленням

Таблиця 2.2 – Конфігурація робочої станції

Тип технічного засобу	Характеристика
Тип комп’ютера	Робоча станція
Операційна система	Microsoft Windows 10
Тип процесора	Intel Core i3-6100 (3.7 ГГц, 3 МБ кешу)
Системна плата	ASUS H110M-K
Оперативна пам’ять	DDR4 8 ГБ
Дисковий накопичувач	HDD Seagate Barracuda 500 ГБ
Відеоадаптер	Intel HD Graphics 530
Мережева карта	Вбудована Ethernet 10/100/1000 Мбіт/с
Монітор	Acer V226HQL 21.5”, Full HD
Звукова карта	Інтегрована
Клавіатура/Миша	A4Tech USB

Загалом апаратне забезпечення підібране таким чином, щоб створити збалансовану мережеву інфраструктуру з оптимальним співвідношенням ціни та продуктивності. Комбінація сучасного сервера, достатньо потужних клієнтських машин та якісного мережевого обладнання забезпечує необхідну надійність і готовність до розширення.

2.2.3 Орієнтовна кількість мережевих компонентів та витратних матеріалів

Побудова локальної мережі в умовах гімназії потребувала не лише загального архітектурного проєктування, а й точного планування кількості необхідного обладнання та витратних матеріалів. Загальна кількість комп’ютерів у навчальному закладі становить 74 одиниці, з яких 3 мережевих принтера та 3 роутера. Всі пристрої розподілені між трьома корпусами, що об'єднані в єдину мережу.

Структура передбачає кілька логічно ізольованих підмереж. Наприклад, в одному корпусі підключено 10 комп’ютерів через окремий комутатор, в іншому — 14 комп’ютерів через інший комутатор, а решта 50 пристроїв з'єднані між собою за допомогою декількох керованих світчів TP-Link: TL-SG2428P та два TL-SG3218. Для централізованого адміністрування використано сервер на базі Windows, який виконує функції керування доступом, маршрутизації та контролю за трафіком.

Для з’єднання корпусів між собою застосовано багатомодовий оптичний кабель 50/125, 4-жильний, який дозволяє забезпечити надійне з'єднання на відстані до 100 м з мінімальними втратами сигналу. У межах корпусів використовується витий кабель категорії 5e UTP 4 пари, одножильний, загальною довжиною близько 3700 метрів. Такий обсяг враховує середню довжину кабельної траси (~50 м на одну точку), вертикальні секції, резерв на монтаж та обходи перешкод.

Для забезпечення підключення кабелів передбачено щонайменше 160 конекторів RJ-45, оскільки на кожну лінію необхідно два з'єднувачі. Усі точки

підключення організовано через розетки Legrand категорії 5e, кількість яких відповідає числу пристроїв — 80 шт..

З метою централізації підключення та зручності обслуговування використано настінні та підлогові телекомунікаційні шафи, патч-панелі на 16 та 24 порти, а також кабельні організатори, що сприяють охайній укладці проводів у межах шаф.

Для монтажу мережі у приміщеннях, де неможливо приховано прокласти кабель, застосовано кабельні короби Legrand DLP 65×150 мм із супутніми аксесуарами: кришками, перегородками, внутрішніми/зовнішніми кутами, накладками та заглушками. Їх загальна кількість становить понад 300 метрів. Також використовуються металеві лотки 60×200 мм, труби PA6VO 16 мм, шпильки, анкерні кріплення та фіксатори кабелів, які дозволяють надійно фіксувати кабельну трасу в технічних приміщеннях.

Особливу увагу було приділено масштабуванню. Комутатори мають резерв за кількістю портів (~20%), що дозволяє приєднувати нові пристрої без додаткових витрат на переобладнання. Для подальшого розширення передбачено також вільні місця в телекомунікаційних шафах.

Таким чином, орієнтовна оцінка кількості використаних компонентів і матеріалів свідчить про раціональний та зважений підхід до побудови локальної мережі. Обрана структура задовольняє актуальні потреби закладу, водночас створюючи технічний резерв для подальшого розвитку без значних капіталовкладень.

2.3 Програмні засоби побудови локальної мережі

Програмне забезпечення відіграє ключову роль у створенні, налаштуванні, захисті та підтримці локальної мережі. У межах даного проєкту було обрано набір програмних засобів, які найбільш ефективно відповідають вимогам гімназії та масштабам мережевої інфраструктури після модернізації. До основних сфер застосування ПЗ належать: керування серверною інфраструктурою,

адміністрування мережевих ресурсів, моніторинг продуктивності, а також забезпечення інформаційної безпеки та збереження даних.

2.3.1 Серверне та клієнтське програмне забезпечення

У серверному сегменті використано операційну систему Windows Server 2022, яка забезпечує централізоване управління ресурсами, користувачами та безпекою. На базі цієї системи реалізовано кілька ключових ролей, необхідних для стабільного функціонування всієї мережевої інфраструктури. Зокрема, впроваджено службу DHCP, що дозволяє автоматично призначати IP-адреси клієнтам у межах відповідних VLAN-сегментів. Це значно спрощує адміністрування та зменшує ймовірність виникнення конфліктів у мережі [16].

Крім того, сервер виконує функції DNS-сервера, який відповідає за резолюцію доменних імен усередині локальної мережі, а також кешує зовнішні DNS-запити для підвищення ефективності використання інтернет-з'єднання. Для організації безпечного та контрольованого доступу користувачів у гімназії запроваджено службу Active Directory, яка забезпечує доменну структуру з централізованою автентифікацією, підтримкою облікових записів і політик доступу. Такий підхід дозволяє використовувати групові політики (GPO), що забезпечують розмежування прав користувачів, застосування обмежень щодо доступу до ресурсів, налаштування робочого середовища та централізоване керування параметрами безпеки [17].

Особливу увагу приділено організації централізованого друку. На сервері встановлено роль служби друку (Print Services), яка дозволяє керувати принтерами, підключеними в різних корпусах, призначати їм черги друку, контролювати доступ та вести журнал обробки документів. Це спрощує підтримку друкарського обладнання та надає адміністраторам можливість оперативно реагувати на збої або зміни конфігурації.

Функції трансляції мережевих адрес (NAT), зокрема технологія PAT, реалізовано не на сервері, а безпосередньо на маршрутизаторі. Це рішення дозволяє оптимізувати роботу мережі, адже маршрутизатор, а не сервер,

відповідає за перетворення приватних IP-адрес у публічні, необхідні для виходу в Інтернет. Такий розподіл навантаження сприяє підвищенню надійності системи та спрощує її адміністрування.

На клієнтських робочих станціях встановлено операційну систему Windows 10. Її вибір обумовлений сумісністю з сучасними освітніми платформами, стабільною взаємодією з доменним середовищем, а також наявністю вбудованих засобів захисту, таких як Windows Defender, контроль облікових записів і підтримка протоколів безпечного з'єднання. Це забезпечує ефективну та безпечну роботу користувачів у навчальному процесі [18].

2.3.2 Засоби адміністрування, моніторингу й захисту мережі

Для моніторингу мережі й виявлення потенційних несправностей використовується PRTG Network Monitor — потужне рішення, яке дозволяє в режимі реального часу спостерігати за навантаженням на сервери, комутатори та маршрутизатори. PRTG забезпечує попередження у разі перевищення заданих порогів, дає змогу оптимізувати трафік та швидко виявляти вузькі місця. Додатково для аналізу подій на рівні операційної системи використовується вбудований засіб журналювання подій Windows — Event Viewer, який дозволяє фіксувати критичні збої, спроби несанкціонованого доступу та інші інциденти, пов'язані з безпекою.

Адміністрування та віддалене керування сервером здійснюється через Remote Desktop Services, який дозволяє IT-адміністратору працювати із сервером, не перебуваючи фізично в серверній кімнаті. Для підтримки користувачів і діагностики проблем на клієнтських комп'ютерах застосовується програмне забезпечення TeamViewer, яке забезпечує швидкий доступ до віддалених робочих станцій з можливістю перегляду екрана, передачі файлів та спільної роботи.

Для централізованого управління політиками безпеки та поведінкою користувачів у мережі використовується доменна структура Active Directory із впровадженням групових політик (GPO). Це дає змогу автоматично застосовувати правила доступу, обмеження до пристроїв, фільтрацію вмісту, а також

забезпечити єдину систему ідентифікації в межах мережі. Впровадження GPO дозволяє контролювати середовище користувача незалежно від того, з якого комп'ютера він входить у систему.

Для захисту мережі від шкідливих програм, фішингу та внутрішніх загроз впроваджено Bitdefender GravityZone Business Security — корпоративне антивірусне рішення, що поєднує в собі засоби захисту в режимі реального часу, машинне навчання, а також централізовану консоль управління. За результатами дослідження від AV-Test GmbH (Німеччина), Bitdefender посідає провідні позиції у категоріях "Захист", "Продуктивність" та "Зручність використання" серед бізнес-рішень. У поєднанні з Bitdefender також використовується Windows Defender Firewall, налаштований відповідно до внутрішньої політики закладу. Це дозволяє обмежити несанкціонований доступ до портів, запобігти поширенню небажаного трафіку та захистити мережу від зовнішніх атак [19].

Окрему увагу приділено безпечному доступу до мережевого обладнання. Для цього на маршрутизаторах і комутаторах налаштовано автентифікацію з паролями, шифрування конфігурацій та доступ через Telnet або SSH. Це дає змогу забезпечити базовий рівень захисту від стороннього втручання в конфігурації пристроїв.

Для забезпечення безперервності функціонування і збереження важливих даних впроваджено систему резервного копіювання Server Backup на базі Acronis Cyber Protect. Вона створює регулярні образи системи та зберігає їх як локально, так і в хмарному середовищі. Такий підхід забезпечує швидке відновлення після збоїв, мінімізує втрати інформації та дозволяє підтримувати стабільну роботу серверного обладнання навіть у разі виникнення критичних помилок [20].

2.3.3 Продуктивність і навантаження мережі

З урахуванням кількості підключених пристроїв (74 клієнтські машини, кілька комутаторів і маршрутизаторів), було проведено оцінку навантаження на мережу. Передбачено, що основний трафік припадає на внутрішню передачу файлів, синхронізацію з сервером, доступ до електронного журналу, а також

використання мультимедійних навчальних ресурсів. Згідно з розрахунками, кожен користувач може створювати до 1,5 Мбіт/с внутрішнього трафіку під час пікового навантаження.

Комутатори з підтримкою Gigabit Ethernet та розділення мережі на підмережі дозволяють збалансувати навантаження, знизити час затримки та запобігти перевантаженню головного каналу. Серверна машина обладнана SSD-накопичувачем, достатнім обсягом оперативної пам’яті (від 16 ГБ) та процесором із підтримкою багатозадачності, що дає змогу ефективно обробляти запити від клієнтів у реальному часі без затримок.

2.3.4 Забезпечення інформаційної безпеки

Інформаційна безпека локальної мережі базується на багаторівневому підході, який поєднує програмні, організаційні та процедурні засоби. В межах реалізації курсового проєкту застосовано політику обмеженого доступу: всі клієнтські машини входять до локального домену, а користувачі мають облікові записи з обмеженими правами. Таким чином, зменшується ризик внесення змін до критичних системних файлів або встановлення несанкціонованого програмного забезпечення.

Крім того, було реалізовано систему реєстрації та аудиту дій користувачів, що дозволяє відстежити, хто, коли і які дії виконував на клієнтських пристроях або в межах серверної структури. Це відповідає рекомендаціям міжнародного стандарту ISO/IEC 27001, який встановлює вимоги до систем управління інформаційною безпекою [21].

2.4 Остаточна структура локальної мережі

У результаті проведеного аналізу існуючої локальної мережі та визначення вимог до її модернізації було розроблено остаточну структуру, яка враховує як фізичні особливості розміщення корпусів гімназії, так і необхідність забезпечення надійного, безпечного та масштабованого обміну даними між окремими

сегментами мережі. Нова структура передбачає повноцінну реалізацію клієнт-серверної архітектури з логічним поділом мережі за корпусами та відповідним маршрутизованим з'єднанням. Для імітації роботи мережі було використано програмне середовище Cisco Packet Tracer, що дало змогу змоделювати всі апаратні елементи, IP-адресацію, маршрутизацію та основні сервіси в межах навчального середовища.

2.4.1 Реалізація підмережі

Перший корпус гімназії є ключовим елементом локальної обчислювальної мережі, адже саме тут розташований серверний вузол, який виконує роль "серця" всієї інфраструктури. У цьому корпусі підключено 10 робочих станцій, призначених як для навчальної діяльності учнів, так і для адміністративної роботи працівників закладу. Усі комп’ютери приєднані до локального комутатора за допомогою високошвидкісного кабелю категорії 5e, що гарантує надійне передавання даних без затримок і втрат.

Для організації мережевих підключень у першому корпусі встановлено власний маршрутизатор, який забезпечує ефективну маршрутизацію трафіку всередині цього корпусу. Крім того, тут також розміщено головний маршрутизатор, який виконує роль центрального вузла всієї локальної мережі гімназії. Саме він відповідає за об’єднання окремих підмереж, налагодження зв’язку між корпусами та забезпечення виходу в Інтернет. Такий підхід із двома рівнями маршрутизації дозволяє підвищити надійність роботи всієї інфраструктури та забезпечує необхідний рівень безпеки й керованості.

Ще однією важливою складовою мережевої інфраструктури першого корпусу є мережевий принтер. Для зручності роботи співробітників та учнів принтер підключений безпосередньо до комутатора корпусу. Його IP-адреса зарезервована на DHCP-сервері, що дозволяє швидко відновлювати підключення у разі технічних проблем або переналаштувань. Такий підхід полегшує адміністрування та забезпечує постійну готовність пристрою до роботи.

Для створення максимально комфортного середовища у першому корпусі передбачено наявність точок доступу Wi-Fi, що охоплюють усі приміщення корпусу стабільним бездротовим сигналом. Це дає можливість користувачам підключатись до мережі не лише за допомогою дротових, а й мобільних пристроїв. Окрім того, у перспективі можлива установка повторювачів Wi-Fi для усунення можливих «мертвих зон» та підвищення якості бездротового покриття.

Фізична топологія підмережі першого корпусу виконана за класичною моделлю “зірка”, де всі пристрої підключені до центрального комутатора. Така схема дає змогу легко масштабувати мережу та швидко відновлювати працездатність у разі виходу з ладу окремих компонентів.

У підмережі першого корпусу реалізовано чіткий розподіл IP-адрес: кожному пристрою виділено адресу зі спеціального пулу, що дозволяє уникнути конфліктів і забезпечити гнучке управління адресним простором. Завдяки використанню серверної частини, розміщеної у цьому корпусі, досягається централізоване керування правами доступу користувачів, розподілення ролей та політик безпеки, що є надзвичайно важливим для навчального закладу.

Варто відзначити, що під час проектування фізичної реалізації мережі в першому корпусі було враховано як технічні, так і організаційні аспекти. Зокрема, розміщення серверної у цьому корпусі пояснюється невеликою кількістю комп’ютерів — це дозволяє організувати окремий кабінет для серверного обладнання з обмеженим доступом для сторонніх осіб. Такий підхід сприяє підвищенню рівня безпеки даних і полегшує технічне обслуговування мережі.

Завдяки впровадженню цієї архітектури підмережа першого корпусу стала зразком балансування між простотою, надійністю та можливістю подальшого розвитку. Вона не лише забезпечує потреби поточного освітнього процесу, а й відкриває перспективи для розширення мережі, впровадження нових сервісів та технологій.

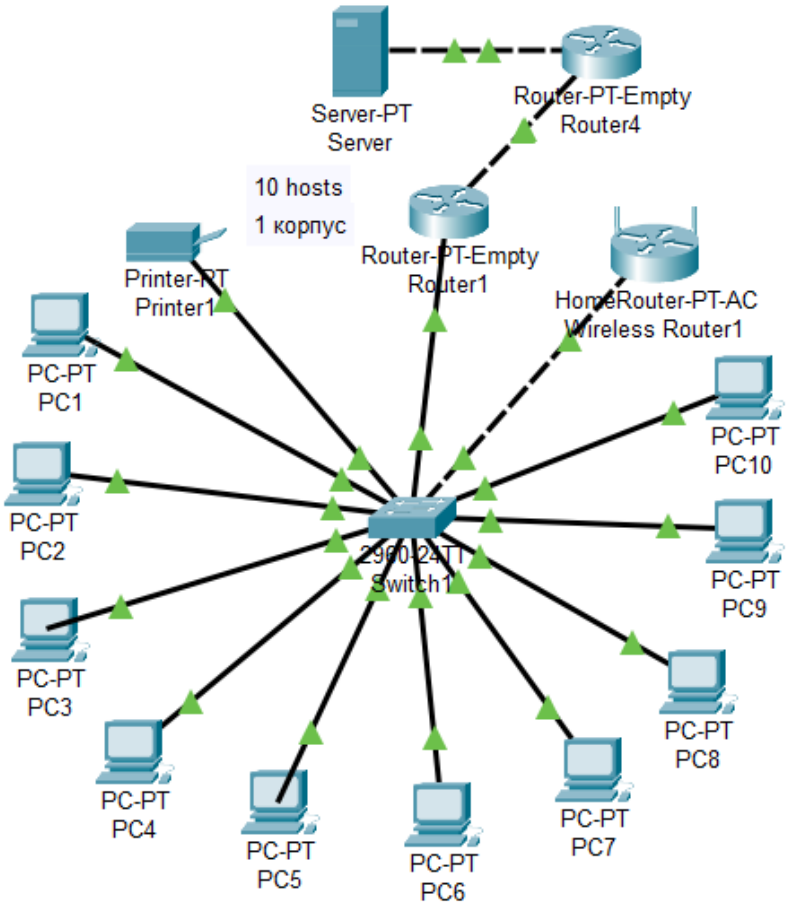

Рисунок 2.2 – Схема підмережі першого корпусу

Після реалізації всіх технічних рішень і перевірки їхньої роботи було підтверджено, що підмережа першого корпусу відповідає всім вимогам безпеки та продуктивності, а також створює надійну основу для подальшої цифрової трансформації гімназії.

2.4.2 Схема з кабельними трасами та IP-адресацією

З метою оптимального розподілу IP-адрес для кожного корпусу було використано підмережеву адресацію з урахуванням кількості пристроїв та резерву на майбутнє розширення. Основна мережа отримала адресу 192.168.1.0/24, яка далі була розподілена на окремі підмережі для кожного корпусу згідно з наступною таблицею:

Таблиця 2.3 – Таблиця адрес окремих підмереж

Корпус	Підмережа	Діапазон IP-адрес	Маска підмережі	IP маршрутизатора (інтерфейс)
Корпус 2	192.168.1.0/26	192.168.1.0 – 192.168.1.63	255.255.255.192	192.168.1.1 (Fa1/0)
Корпус 3	192.168.1.64/28	192.168.1.64 – 192.168.1.79	255.255.255.240	192.168.1.65 (Fa1/0)
Корпус 1	192.168.1.80/28	192.168.1.80 – 192.168.1.95	255.255.255.240	192.168.1.81 (Fa1/0)
Центр (ядро)	192.168.1.62, .78, .94 (для зв’язку з корпусами)	—	—	Fa0/0: .62, Fa1/0: .78, Fa2/0: .94, Fa3/0: .2

Кабельні траси між маршрутизаторами та комутаторами реалізовано за допомогою прямого з’єднання (straight-through) в межах локальних сегментів, тоді як маршрутизатори з’єднані між собою кросованими (crossover) або серійними лініями у випадку імітації міжкорпусних каналів.

Кожен клієнтський пристрій (ПК, ноутбук) у межах корпусу отримує IP-адресу автоматично або вручну з відповідного діапазону. Для кожного корпусу передбачено власний шлюз за замовчуванням — IP-адреса інтерфейсу відповідного маршрутизатора.

2.5 Опис розробленої мережі

Після завершення проектування локальної обчислювальної мережі гімназії було сформовано повноцінну інформаційну інфраструктуру, що відповідає сучасним вимогам до безпеки, функціональності та масштабованості. Розроблена мережева система охоплює три фізично розділені корпуси, з’єднані за допомогою маршрутизаторів і кабельної інфраструктури, що базується на структурованій кабельній системі. У межах створеної архітектури реалізовано чіткий розподіл на клієнтську, серверну та адміністративну частини, кожна з яких виконує окремі завдання й функціонує у власному логічному середовищі.

Інформаційне навантаження в мережі розподілено між трьома сегментами, кожен з яких орієнтований на відповідний тип пристроїв і користувачів. У межах кожного корпусу локальні вузли з’єднуються з маршрутизатором, який у свою чергу підключається до головного маршрутизатора, що виконує роль центрального комунікаційного вузла. Це дозволяє забезпечити логічну ізоляцію трафіку, ефективну маршрутизацію, централізоване адміністрування та гнучке управління пропускною здатністю мережі.

2.5.1 Робочі станції

Основну частину мережевого середовища складають робочі станції, які відіграють ключову роль у щоденному освітньому процесі та інформаційному обміні між учнями, вчителями й адміністративним персоналом. У процесі проєктування було передбачено розміщення робочих станцій у всіх приміщеннях, де здійснюється навчальна або методична діяльність. Зокрема, значна кількість клієнтських машин розташована в корпусі №2, де функціонують два повноцінні комп’ютерні класи. Крім того, робочі станції наявні у бібліотеці, вчительській, кабінетах викладачів та адміністрації.

Кожна з робочих станцій підключена до відповідного комутатора, що встановлений у конкретному корпусі. Комутатори, у свою чергу, підключаються до локального маршрутизатора. Усі ці компоненти об'єднані в підмережу відповідного корпусу згідно з попередньо розробленою IP-адресацією. Наприклад, у корпусі №2 використано підмережу 192.168.1.0/26, де IP-адреси клієнтів розподілені в діапазоні від 192.168.1.2 до 192.168.1.61. Аналогічний принцип використано в інших корпусах — №1 та №3, де адресація реалізована в межах окремих підмереж /28, що охоплюють діапазони від 192.168.1.64 до 192.168.1.95.

Робочі станції забезпечують доступ до локальних ресурсів, навчальних матеріалів, електронних журналів, баз даних, а також до глобальної мережі Інтернет. Усі ПК працюють на основі ліцензованого програмного забезпечення, мають доступ до серверів через маршрутизатор корпусу, а також захищені

базовими політиками безпеки, що реалізовані на рівні мережевої інфраструктури. Користувачі робочих станцій ідентифікуються через локальну систему аутентифікації, що дозволяє ефективно контролювати доступ до ресурсів.

2.5.2 Сервер

Централізовану обробку, зберігання й адміністрування даних забезпечує серверна частина мережі. У процесі проектування передбачено створення кількох логічно розділених серверів, кожен з яких виконує окремі функції, критичні для стабільної роботи мережі. Всі сервери умовно розміщені у центральному ядрі мережі, що дозволяє забезпечити до них швидкий і надійний доступ із будь-якого корпусу гімназії.

Одним із ключових компонентів є сервер аутентифікації, який відповідає за перевірку прав доступу користувачів, облік сесій та розмежування повноважень. Його функціональність дозволяє реалізувати централізовану авторизацію, що критично важливо у великій інституції, де працює багато користувачів з різними рівнями доступу. Окрім цього, в архітектурі реалізовано сервер DHCP, що автоматично розподіляє IP-адреси серед клієнтських пристроїв, дозволяючи уникати конфліктів адрес і зменшити навантаження на адміністратора. Цей сервер тісно взаємодіє з DNS-сервером, який виконує розпізнавання доменних імен, а також забезпечує зручність і швидкість роботи з мережею.

Ще одним важливим елементом є файловий сервер, який зберігає навчальні матеріали, резервні копії даних, службову документацію, а також забезпечує централізований обмін файлами між користувачами. Він працює в захищеному середовищі, доступ до якого регулюється політиками на основі ролей. Для доступу клієнтів до Інтернету використовується трансляція адрес (NAT), яка реалізована на маршрутизаторі, що підключений до зовнішньої мережі. Такий підхід дозволяє забезпечити вихід усіх клієнтських пристроїв із приватними IP-адресами до глобальної мережі через одну публічну адресу, зберігаючи при цьому логіку маршрутизації та спрощуючи адміністрування.

2.5.3 Адміністративні вузли

Окрему роль у структурі мережі відіграють адміністративні вузли — це спеціалізовані комп’ютери або термінали, з яких здійснюється контроль за станом мережі, моніторинг подій, налаштування серверів, а також виконання резервного копіювання та оновлення системного програмного забезпечення. До таких вузлів належать комп’ютери, розташовані в кабінеті директора, заступника директора, системного адміністратора, а також бухгалтерії та архіву. Ці пристрої мають підвищені права доступу до всіх ключових сегментів мережі й під’єднані до спеціально виділених підмереж.

В адміністративних вузлах часто встановлено програмне забезпечення для віддаленого керування серверами, засоби антивірусного захисту підвищеного рівня, системи обліку та документообігу. Усі вони функціонують в окремій логічній області, захищеній фаєрволами та обмеженнями доступу з інших частин мережі. Адміністративні пристрої не лише забезпечують організаційне управління гімназією, а й підтримують працездатність всієї мережевої структури.

Розміщення адміністративних вузлів продумано таким чином, щоб навіть у разі аварійного відключення одного з корпусів адміністратор мав можливість доступу до критичних компонентів системи. Це дозволяє гарантувати стабільність та оперативність у прийнятті рішень щодо підтримки або відновлення мережевої інфраструктури.

2.6 Налаштування та тестування

Після завершення проектування мережевої інфраструктури важливо приділити увагу налаштуванню обладнання та перевірці його роботи. Налаштування дозволяє оптимізувати роботу мережі, забезпечити правильний розподіл навантаження та захист від можливих загроз. Тестування допомагає виявити потенційні проблеми та переконатися в стабільності роботи всіх компонентів. Такий підхід гарантує, що впроваджена система працюватиме надійно й ефективно, задовольняючи всі потреби навчального процесу.

2.6.1 Початкове налаштування обладнання

На першому етапі здійснюється базова конфігурація активного мережевого обладнання — маршрутизаторів та комутаторів. Основна мета — встановлення коректних IP-адрес інтерфейсів, забезпечення безпечного доступу до пристроїв, а також підготовка інтерфейсів до подальшої сегментації через VLAN.

Ось приклад базового налаштування для одного з комутаторів, наприклад у корпусі №2. На цьому етапі присвоюється ім’я пристрою, вмикається управління через Telnet, встановлюється пароль на доступ:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# hostname Switch2
Switch2(config)# enable secret strongPassword123
Switch2(config)# line vty 0 4
Switch2(config-line)# password telnetPass
Switch2(config-line)# login
Switch2(config-line)# transport input telnet ssh
Switch2(config-line)# exit
Switch2(config)# service password-encryption
Switch2(config)# banner motd #НЕСАНКЦІОНОВАНИЙ ДОСТУП
ЗАБОРОНЕНО!#
```

Це налаштування забезпечує базову безпеку пристрою, запобігаючи неавторизованому доступу до конфігураційного режиму. Встановлений банер MOTD виконує роль попередження для користувачів, які намагаються підключитись до пристрою.

2.6.2 Сегментація мережі та налаштування VLAN

З метою підвищення безпеки, керованості та ефективності використання мережевих ресурсів, локальна мережа була логічно сегментована на окремі VLAN-и. Основна ідея полягає в тому, щоб відокремити трафік користувачів за типом: учні, вчителі, адміністрація.

Завдяки цій сегментації, користувачі з будь-якого комп’ютера в межах мережі можуть мати доступ до своїх ресурсів. Це стало можливим завдяки впровадженню аутентифікації через сервер з підтримкою Active Directory, який призначає користувачеві політики доступу до ресурсів після входу у свій

обліковий запис, незалежно від фізичної машини. Налаштування VLAN на комутаторі:

```
Switch2(config)# vlan 10
Switch2(config-vlan)# name Students
Switch2(config)# vlan 20
Switch2(config-vlan)# name Teachers
Switch2(config)# vlan 30
Switch2(config-vlan)# name Admins
Switch2(config)# interface range fa0/1 - 12
Switch2(config-if-range)# switchport mode access
Switch2(config-if-range)# switchport access vlan 10
Switch2(config)# interface range fa0/13 - 20
Switch2(config-if-range)# switchport mode access
Switch2(config-if-range)# switchport access vlan 20
Switch2(config)# interface range fa0/21 - 24
Switch2(config-if-range)# switchport mode access
Switch2(config-if-range)# switchport access vlan 30
```

У цьому прикладі порти 1-12 призначені для учнів, 13-20 — для вчителів, а 21-24 — для адміністрації. Надалі через комутатор з підтримкою trunk-режиму трафік VLAN передається до маршрутизатора, який інтерпретує теги VLAN і направляє пакети відповідно до призначення.

Налаштування trunk-порту:

```
Switch2(config)# interface GigabitEthernet0/1
Switch2(config-if)# switchport mode trunk
Switch2(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10,20,30
```

2.6.3 Налаштування серверних служб

Ключовими службами в мережі є DHCP, DNS, NAT, логування, а також система контролю доступу. Усі вони були реалізовані на сервері Windows Server 2022, який виконує функцію контролера домену. Оскільки локальна мережа була сегментована за допомогою VLAN для окремих категорій користувачів (учні, вчителі, адміністрація), для кожного з VLAN було передбачено окремий логічний IP-простір. Це дозволило ізолювати трафік і спростити керування доступом та маршрутизацією.

Для VLAN використовуються незалежні IP-мережі, зокрема 192.168.10.0/24 для учнів та 192.168.20.0/24 для вчителів, які не перетинаються з основною підмережею 192.168.1.0/24, призначеною для міжкорпусного з’єднання та базової

інфраструктури. Такий підхід дозволяє ефективно організувати логічну ізоляцію та централізоване керування.

Налаштування DHCP дозволяє автоматично призначати IP-адреси, шлюзи та DNS-сервери для кожного VLAN:

```
    Add-DhcpServerv4Scope -Name "Students" -StartRange
192.168.10.100 -EndRange 192.168.10.200 -SubnetMask 255.255.255.0
    Set-DhcpServerv4OptionValue -ScopeId 192.168.10.0 -Router
192.168.10.1 -DnsServer 192.168.10.2
    Add-DhcpServerv4Scope -Name "Teachers" -StartRange
192.168.20.100 -EndRange 192.168.20.200 -SubnetMask 255.255.255.0
    Set-DhcpServerv4OptionValue -ScopeId 192.168.20.0 -Router
192.168.20.1 -DnsServer 192.168.20.2
```

На тому ж сервері розгортається DNS-зона для обслуговування локального домену (school.local), що забезпечує розв’язання імен усередині мережі, а також кешує зовнішні запити для економії трафіку.

На маршрутизаторі налаштовується трансляція приватних адрес у публічні для забезпечення доступу до Інтернету:

```
    Router(config)# access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.255.255
    Router(config)# interface GigabitEthernet0/0
    Router(config-if)# ip nat outside
    Router(config)# interface GigabitEthernet0/1
    Router(config-if)# ip nat inside
    Router(config)# ip nat inside source list 1 interface
GigabitEthernet0/0 overload
```

Технологія PAT дозволяє великій кількості внутрішніх пристроїв одночасно використовувати один публічний IP.

2.6.4 Безпека та обмеження доступу

Для запобігання витоку або проникненню небажаних файлів через мережу впроваджено такі правила фільтрації на рівні файрвола, учні не можуть завантажувати виконувані файли (.exe, .bat, .vbs); адміністрація має доступ до внутрішніх серверів, але не має доступу до соціальних мереж; вчителі мають обмеження на торенти та відеосервіси.

Такі правила реалізовано як через локальний файрвол на шлюзі, так і через групові політики Windows (GPO), які застосовуються до користувачів при вході у систему.

Також на всіх маршрутизаторах і комутаторах встановлено паролі та активовано шифрування:

```
Router(config)# enable secret strongAdminPass
Router(config)# service password-encryption
Router(config)# line vty 0 4
Router(config-line)# password vtyPassword
Router(config-line)# login
```

2.6.5 Налаштування та захист мережевих принтерів

У процесі модернізації мережевої інфраструктури гімназії було прийнято рішення про встановлення по одному мережевому принтеру в кожному з трьох корпусів. Це забезпечує зручність друку для працівників та учнів, незалежно від їхнього фізичного розташування.

Кожен принтер підключено до найближчого комутатора через кабель категорії 5e та забезпечено статичною IP-адресою, зарезервованою на DHCP-сервері за MAC-адресою пристрою. Це спрощує адміністрування та моніторинг пристроїв.

Таблиця 2.4 – IP-адресація мережевих принтерів

Назва принтера	Корпус	IP-адреса	Інтерфейс підключення	Тип адресації
Принтер_Корпус1	1	192.168.1.93	Ethernet	DHCP (зарезервована)
Принтер_Корпус2	2	192.168.1.3	Ethernet	DHCP (зарезервована)
Принтер_Корпус3	3	192.168.1.77	Ethernet	DHCP (зарезервована)

На сервері з Windows Server 2022 встановлено роль "Print and Document Services", яка включає модулі адміністрування принтерів, диспетчер друку та підтримку драйверів для клієнтських машин. Кожен принтер додано до серверної системи через консоль "Print Management" із зазначенням IP-адреси, моделі та

встановленого драйвера. Для кожного пристрою створено окрему чергу друку з відповідною назвою, наприклад, "Принтер_Корпус1". Завдяки інтеграції із службою Active Directory, користувачі мають змогу автоматично отримувати доступ до потрібного принтера під час входу до системи з будь-якого комп'ютера, що входить у домен.

Для підвищення безпеки всі принтери виділено в окремі VLAN, що дозволяє ізолювати друкарські пристрої від основного користувацького трафіку та впровадити контроль доступу між сегментами за допомогою списків контролю доступу (ACL) на маршрутизаторах.

Таблиця 2.5 – VLAN-сегментація мережевих принтерів

VLAN ID	Назва VLAN	Пристрої всередині VLAN	Корпус	IP-діапазон
110	VLAN_Print_1	Принтер_Корпус1	1	192.168.1.88–95
120	VLAN_Print_2	Принтер_Корпус2	2	192.168.1.0–63
130	VLAN_Print_3	Принтер_Корпус3	3	192.168.1.64–79

На сервері активовано ведення журналів друку, що дозволяє фіксувати події друкування (хто, коли, на якому пристрої, який документ). Це дає змогу виявляти підозрілі дії, а також аналізувати навантаження на друкарські ресурси. У разі потреби ці дані можуть бути використані для оптимізації роботи або впровадження політик лімітування.

2.6.6 Тестування працездатності

Після завершення налаштування фізичної та логічної інфраструктури локальної мережі, а також конфігурації серверів, комутаторів і маршрутизаторів, наступним ключовим етапом стало тестування її працездатності. Метою цього процесу було переконатися, що всі елементи функціонують відповідно до очікувань, мережа стабільна, з'єднання не мають затримок або втрат, VLAN-сегментація працює коректно, а доступ до мережевих служб здійснюється без збоїв.

Першим кроком стало тестування IP-адресації. Необхідно було перевірити, чи всі пристрої отримують IP-адреси відповідно до діапазону, визначеного для кожного корпусу та VLAN. Для цього на клієнтських машинах виконувалась команда ipconfig, яка дозволяє переглянути адресу, маску та шлюз. Перевірка показала, що всі пристрої у корпусах отримали IP-адреси відповідно до запланованої схеми: корпус 2 — діапазон 192.168.1.0/26, корпус 3 — 192.168.1.64/28, корпус 1 — 192.168.1.80/28. DHCP-сервер коректно розподіляв адреси без конфліктів, а шлюзи відповідали інтерфейсам локальних маршрутизаторів.

Наступним етапом стало тестування доступності хостів у межах одного VLAN. Для цього використовувалась команда ping. Наприклад, для перевірки доступності іншої робочої станції в тому ж сегменті мережі вводилась команда:

```
ping 192.168.1.10
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

Результат цього тесту свідчив про те, що обидва пристрої перебувають у одному VLAN-сегменті, обмінюються пакетами без затримок, а внутрішня маршрутизація на комутаторах працює коректно.

Після цього проводилась перевірка ізоляції між VLAN. Наприклад, з комп’ютера учня у VLAN 10 здійснювалась спроба пропінгувати пристрій, що належав до адміністративного VLAN 50. У відповідь отримано повідомлення:

```
ping 192.168.1.90
Request timed out.
```

Це підтверджувало, що правила доступу, прописані на рівні маршрутизатора або комутатора з підтримкою L3-функціоналу, ефективно блокують трафік між ізольованими сегментами.

Також перевірялась маршрутизація між підмережами там, де вона дозволена. Сервер мав доступ до всіх VLAN, тож з IP-адреси DNS-сервера виконувались запити:

```
ping 192.168.1.75
ping 192.168.1.85
```

Ці адреси відповідали інтерфейсам маршрутизаторів у корпусах 3 і 1 відповідно. Наявність відповіді означала, що маршрути налаштовані коректно, а доступ до серверів із будь-якої точки мережі можливий.

Для перевірки зовнішнього виходу використовувалась команда tracert 8.8.8.8, яка показала, що NAT та маршрутизація на зовнішній інтерфейс функціонують коректно. Крім того, перевірка DNS здійснювалась за допомогою команди:

```
nslookup google.com
```

У відповідь виводилась IP-адреса, що свідчило про правильну роботу DNS.

Перевірка доступу до веб-сервера в локальній мережі здійснювалась через браузер, вводом IP-адреси:

```
http://192.168.1.100
```

Відображення стартової сторінки локального сайту підтверджувало функціональність веб-служб. Також тестувалась служба друку: зі звичайного клієнтського ПК надсилався документ на "Принтер_Корпус1", після чого через консоль Print Management перевірялась черга друку та підтверджувався факт надходження завдання.

Завершальною перевіркою стало тестування безпеки доступу до мережевого обладнання. З терміналу здійснювався запит через Telnet:

```
telnet 192.168.1.1
```

При запиті логіна й пароля перевірялось, чи встановлено автентифікацію на доступ до маршрутизаторів і комутаторів:

```
Username:
Password:
```

Це підтверджує наявність захисту й обмежень через ACL.

Усі етапи тестування показали, що мережа функціонує стабільно, ізольована за логічними сегментами, забезпечує правильну маршрутизацію, доступ до серверних ресурсів, контрольовану взаємодію VLAN, а також відповідає вимогам безпеки й надійності.

Висновки до розділу

На основі проведених досліджень та практичної реалізації було сформовано повноцінну модель локальної обчислювальної мережі для закладу загальної середньої освіти, яка відповідає актуальним вимогам продуктивності, безпеки та масштабованості. Результати свідчать про доцільність модернізації попередньої інфраструктури, яка мала низку обмежень, зокрема фрагментованість, відсутність централізованого керування, обмежену пропускну здатність та недостатній рівень інформаційного захисту. Запропоноване рішення базується на клієнт-серверній архітектурі, що дозволяє централізовано адмініструвати облікові записи, здійснювати контроль за доступом до ресурсів та автоматизувати основні процеси взаємодії з користувачами.

Фізичне проєктування передбачало створення структурованої кабельної системи з урахуванням корпусної організації гімназії, розміщення комутаційного обладнання, серверного вузла та точок доступу, що забезпечує стабільне Gigabit Ethernet з'єднання й дозволяє реалізувати дротову та бездротову взаємодію. Особливу увагу приділено сегментації мережі за допомогою VLAN, що дозволило логічно відокремити трафік учнів, учителів та адміністрації, а також визначити політики доступу між окремими сегментами. Завдяки налаштуванню маршрутизаторів з підтримкою фільтрації на мережевому рівні, вдалося досягти ізоляції внутрішнього трафіку без шкоди для функціональної взаємодії.

Важливим етапом стала реалізація серверних служб — DHCP, DNS, Print Services та Active Directory — що забезпечують централізоване керування, автоматичне надання IP-адрес, доменну навігацію й автентифікацію користувачів. Адміністрування мережі здійснюється через GPO, RDP, засоби журналювання та моніторингу подій, що дозволяє вчасно виявляти збої й підтримувати безпеку. У межах захисту даних застосовано сучасні засоби, зокрема антивірусні комплекси, системи резервного копіювання й вбудовані фаєрволи. Вихід до Інтернету реалізовано через механізми NAT і PAT, що забезпечує ефективне використання зовнішніх IP-ресурсів.

Після завершення етапів конфігурації мережу було протестовано на відповідність її елементів поставленим вимогам. Підтверджено стабільність роботи IP-адресації, функціонування VLAN, коректність маршрутизації, доступ до мережевих служб і пристроїв. Розрахунок навантаження підтвердив здатність запропонованої конфігурації забезпечувати безперебійну роботу користувачів без зниження швидкості передачі даних.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

3.1 Вибір обладнання та матеріалів

У межах практичної реалізації локальної мережі було здійснено обґрунтований вибір телекомунікаційного обладнання та монтажних матеріалів, що відповідають структурі закладу та технічним вимогам проєкту. З огляду на наявність трьох корпусів гімназії, які об’єднуються в єдину мережу, особливу увагу приділено правильному добору комунікаційної інфраструктури, яка забезпечує надійну передачу даних, централізоване управління та можливість масштабування.

Основу активного обладнання складають три керовані комутатори рівня L2/L3 серії TP-Link — моделі TL SG2428P, TL-SG3218 і TL-SG3218. Перший із них підтримує живлення по Ethernet (PoE), що дозволяє за потреби підключати сумісні пристрої без додаткового живлення. Для забезпечення гнучкого адміністрування та розмежування доступу застосовано підтримку VLAN, QoS і статичну маршрутизацію. Центральний маршрутизатор забезпечує взаємодію між підмережами та вихід до глобальної мережі через технології NAT та PAT. Сервер на базі Windows Server реалізує основні служби: Active Directory для централізованого управління користувачами, DHCP для автоматичної роздачі IP-адрес, DNS для доменної ідентифікації, а також Print Services для організації мережевого друку. Паралельно функціонують три мережеві принтери, що підключені до загальної інфраструктури.

Інфраструктура встановлюється у двох типах телекомунікаційних шаф: одна підлогова на 24U та три настінні на 10U. У складі комплекту передбачено також вентиляційні модулі, заземлення, організатори кабелю, патч-панелі на 16 та 24 порти, а також оптичні бокси з адаптерами SC типу. Вони слугують ключовими елементами для підключення та комутації оптичних ліній. Застосування пігтейлів

SC та прохідних з'єднувачів дозволяє гнучко організувати кабельну систему, враховуючи топологію зв’язків між корпусами.

Вибір кабелів також здійснено з урахуванням умов експлуатації. Для внутрішніх сегментів використовується вита пара категорії 5e, яка підтримує швидкість Gigabit Ethernet. З’єднання між корпусами реалізується через багатомодовий волоконно-оптичний кабель типу 50/125 з чотирма волокнами, що забезпечує високу пропускну здатність і надійність передачі. Для захисту й організації трасування використовуються гофровані труби, кабельні короби розміром 65×150 мм із гнучкими кришками, перегородками, торцевими заглушками та з'єднувальними елементами. Монтаж здійснюється з використанням лотків 60×200 мм, кронштейнів, шпильок, анкерів та фіксаторів.

Уся специфікація обладнання й матеріалів наведена у таблицях, що представлені на аркуші "Специфікація обладнання виробів і матеріалів". Ці дані містять детальний перелік позицій, включно з типом, маркою, технічними параметрами, виробником, одиницею виміру та кількістю, що дозволяє отримати повне уявлення про застосовані рішення.

3.2 Структурна схема мережі

Проєктована мережева інфраструктура охоплює три корпуси навчального закладу, які об’єднані в єдину інформаційну систему. Побудова відбувається за ієрархічною топологією з розподілом на підрівні, що дозволяє централізовано керувати мережею та підвищити її відмовостійкість.

Кожен корпус має власну мережеву точку концентрації, де розміщено телекомунікаційну шафу з активним та пасивним обладнанням. Центральний комутатор TL SG2428P розташований у головному корпусі та з’єднаний з двома іншими корпусами за допомогою волоконно-оптичного кабелю. Це дає змогу забезпечити високу пропускну здатність між сегментами та уникнути затримок у передачі даних. Локальні сегменти об’єднують користувацькі пристрої (робочі станції, принтери), підключені за допомогою кабелю типу «вита пара» категорії

5е. Внутрішня мережа кожного корпусу функціонує автономно, проте всі вузли мають доступ до єдиного сервера, розташованого в основному корпусі.

На рисунку 3.1 подано умовні позначення, які використовуються для побудови структурної схеми мережі. Вони включають графічне представлення основних елементів і дозволяють легко орієнтуватися в подальших схемах та кресленнях.

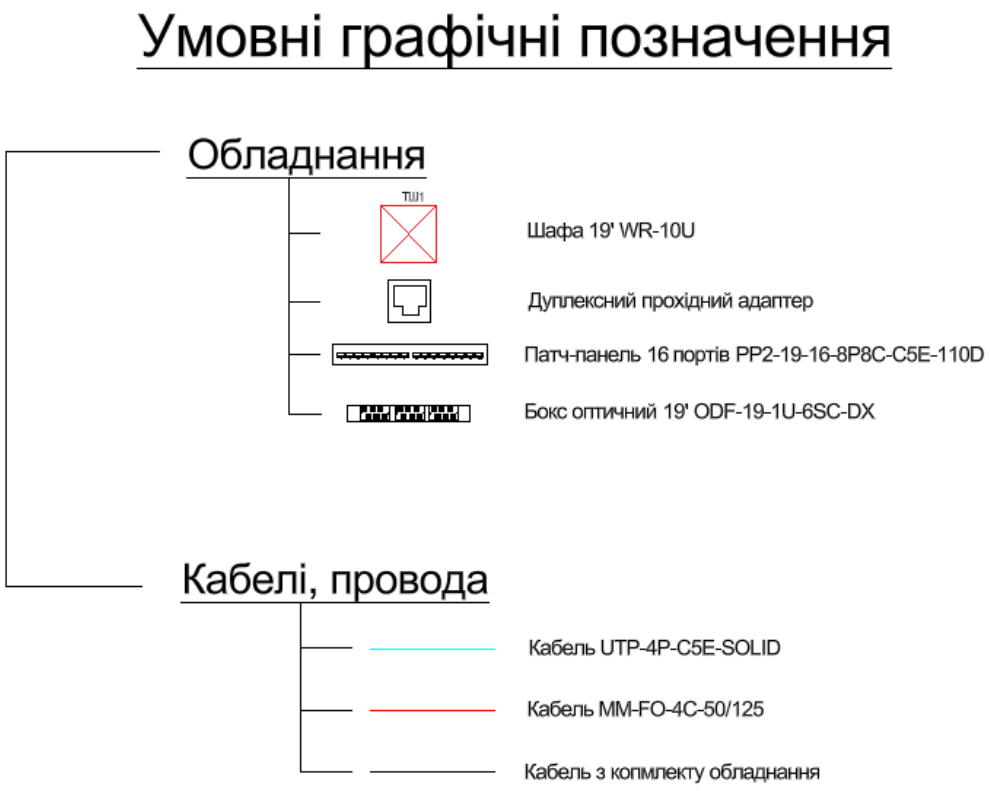

Рисунок 3.1 – Умовні графічні позначення

Безпосередньо структурну схему мережі представлено на аркуші "Структурна схема". Вона наочно демонструє взаємозв’язок між корпусами, маршрути передачі даних та логіку побудови мережі з урахуванням розподілу обладнання та фізичних з’єднань.

Описана структура дозволяє забезпечити ефективну взаємодію користувачів між корпусами, централізований контроль над ресурсами та масштабованість системи в разі потреби розширення мережі або модернізації обладнання.

3.3 Схема підключення обладнання та його розміщення в телекомунікаційних шафах

Фізична реалізація мережі передбачає продумане прокладання кабельних трас між корпусами, оптимальне розміщення активного та пасивного обладнання в телекомунікаційних шафах, а також раціональне використання внутрішнього простору приміщень. Загальна схема підключення охоплює всі основні мережеві елементи: сервер, комутатори, робочі станції, принтери, патч-панелі, оптичні з’єднання та розетки.

Кожен із трьох корпусів має окрему точку комутації, в якій встановлено телекомунікаційну шафу. У головному корпусі застосовано підлогову шафу 19" на 24U типу ZPAS, у двох інших — настінні шафи 19" на 10U (Hyperline). Усі шафи обладнані вентиляційними модулями, організаторами кабелю, системою заземлення та патч-панелями на 16 і 24 порти. Монтажні роботи виконуються з урахуванням охайної організації внутрішнього простору та забезпечення швидкого доступу до компонентів.

Взаємозв’язок між корпусами забезпечено за допомогою багатомодового волоконно-оптичного кабелю типу 50/125 з чотирма волокнами, що дозволяє підтримувати стабільне та швидке з’єднання навіть на значній відстані. Оптичні пігтейли та прохідні адаптери забезпечують надійне підключення до оптичних боксів у шафах. Внутрішні з’єднання між патч-панелями, розетками та кінцевими пристроями здійснено витою парою категорії 5e, що прокладається через кабельні короби 65×150 мм із гнучкими кришками, перегородками, внутрішніми та зовнішніми кутами. Додатково використовуються металеві лотки 60×200 мм, кронштейни та гофровані труби для захисту й організації прокладення кабелю.

На аркуші "План розташування обладнання і кабельних трас. 1 корпус" представлено схематичне розміщення телекомунікаційного обладнання та маршрутів прокладання кабелю всередині корпусу. Цей план дозволяє зрозуміти,

як саме здійснено підключення кінцевих пристроїв до точок комутації та серверного сегмента.

Схема підключення всіх елементів (від серверів і комутаторів до користувацьких пристроїв) наведена на аркуші "Схема підключення". Вона ілюструє логіку фізичних з’єднань та послідовність підключення всіх мережевих компонентів, відображаючи як міжкорпусні, так і внутрішньокорпусні зв’язки.

Для детального розуміння організації внутрішнього простору кожної шафи складено схему на аркуші "ТШ1 – ТШ4 загальний вигляд". На ньому вказано точне розташування кожного модуля, що дозволяє візуально оцінити розподіл обладнання за висотою (U) та рівнем доступності для обслуговування.

Висновки до розділу

У даному розділі було детально розглянуто технічну специфікацію мережевого обладнання та матеріалів, що використовуються в проєкті побудови локальної мережі. Наведено перелік телекомунікаційних шаф, комутаторів, патч-панелей, оптичних модулів, розеток та кабельних компонентів, які забезпечують стабільну та масштабовану інфраструктуру.

Проаналізовано структурну схему мережі, яка демонструє логічні зв’язки між корпусами, комутаторами, сервером та робочими станціями. Також представлено схеми підключення та розміщення обладнання в телекомунікаційних шафах, що дозволяють краще уявити фізичну реалізацію проєкту.

Забезпечено логічну послідовність у компонуванні елементів, вибір відповідного типу кабелів (витої пари категорії 5e та багатомодового волоконно-оптичного кабелю), дотримання вимог до ергономіки, охолодження та зручності обслуговування.

Таким чином, технічне рішення дозволяє досягти необхідного рівня продуктивності, надійності та масштабованості мережі, що відповідає вимогам сучасної навчальної установи.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи було здійснено всебічний аналіз і практичну розробку проєкту модернізації локальної комп'ютерної мережі гімназії села Залісся Луцького району Волинської області. Вивчення особливостей функціонування навчального закладу дало змогу сформулювати чіткі вимоги до інформаційної інфраструктури, що повинна відповідати сучасним стандартам безпеки, продуктивності й масштабованості.

Оцінка наявної матеріально-технічної бази дозволила виявити суттєві недоліки, зокрема фрагментарність побудови мережі, відсутність централізованого управління та застаріле обладнання. На основі цього було сформовано технічне завдання та запропоновано нову архітектуру, засновану на клієнт-серверній моделі, із чіткою логічною сегментацією через VLAN, централізованим адмініструванням користувачів за допомогою служби Active Directory та застосуванням групових політик (GPO) для контролю доступу.

У рамках модернізації було підібрано апаратне й програмне забезпечення, здатне задовольнити поточні й перспективні потреби закладу. Встановлено структуровану кабельну систему, налаштовано комутаційне обладнання TP-Link із підтримкою VLAN та QoS, реалізовано серверні служби DHCP, DNS, Print Services і системи резервного копіювання. Додатково налаштовано трансляцію NAT на маршрутизаторі для безпечного виходу до Інтернету, а моніторинг інфраструктури забезпечено через PRTG Network Monitor.

Загалом, реалізований проєкт поєднує теоретичні принципи побудови ЛОМ із практичними рішеннями, що відповідають сучасним тенденціям цифровізації освіти. Запропонована система створює стабільну, керовану й захищену інформаційну інфраструктуру, що забезпечує ефективну підтримку освітнього процесу, спрощує адміністрування та відкриває перспективи для подальшого розвитку цифрового середовища гімназії.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. GeeksforGeeks. What is star topology? - geeksforgeeks. GeeksforGeeks. URL: https://www.geeksforgeeks.org/computer-networks/advantages-and-disadvantages-of-star-topology/ (дата звернення: 03.03.2025).
2. Cat5 vs cat5e: network cable comparisons, differences & speeds. Websentra. URL: https://www.websentra.com/cat-5-vs-cat-5e/ (дата звернення: 07.03.2025).
3. Mitchell B. The essential guide to client-server networks: benefits and examples. Lifewire. URL: https://www.lifewire.com/guide-to-client-server-networks-8736878 (дата звернення: 14.03.2025).
4. What is a DHCP Server?. Infoblox. URL: https://www.infoblox.com/glossary/dhcp-server/ (дата звернення: 16.03.2025).
5. Fellini P. What is the OSI model? 7 layers explained. Experts in Cybersecurity Services | Compass IT Compliance. URL: https://www.compassitc.com/blog/what-is-the-osi-model-7-layers-explained (дата звернення: 19.03.2025).
6. Froehlich A. What is a star network and how does it work?. Search Networking. URL: https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/star-network (дата звернення: 24.03.2025).
7. Mitchell B. The role of fiber optic cables in computer networking. Lifewire. URL: https://www.lifewire.com/fiber-optic-cable-817874 (дата звернення: 28.03.2025).
8. Drake V. What is the TCP/IP model? Layers and protocols explained. freeCodeCamp.org. URL: https://www.freecodecamp.org/news/what-is-tcp-ip-layers-and-protocols-explained/ (дата звернення: 01.04.2025).
9. Nyabuto G. Architectural review of client-server models. Academia.edu - Find Research Papers, Topics, Researchers. URL: https://www.academia.edu/114483238/Architectural_Review_of_Client_Server_Models (дата звернення: 02.04.2025).
10. Client-server architecture. Liquidweb. URL: https://www.liquidweb.com/blog/client-server-architecture (дата звернення: 05.04.2025).
11. Understanding networking protocols: TELNET, FTP, SMTP, HTTP, and

more • law notes by thelaw.institute. The Law Institute. URL: https://thelaw.institute/cyberspace-technology-and-social-issues/understanding-networking-protocols-telnet-ftp-smtp-http/ (дата звернення: 10.04.2025).

12. Same software - lower price. Microsoft Software Keys for Sale. Buy & Download | Brytesoft. URL: https://brytesoft.com/blog/windows-server-2022-security-features-comprehensive-guide.html (дата звернення: 13.04.2025).

13. Mitigate threats by using Windows 10 security features - Windows 10. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-10/security/threat-protection/overview-of-threat-mitigations-in-windows-10 (дата звернення: 17.04.2025).

14. Mitchell B. VLANs: the secret to enhanced network security and traffic management. Lifewire. URL: https://www.lifewire.com/what-is-a-vlan-11742057 (дата звернення: 26.04.2025).

15. Omada cloud standard. Omada - Networks Empower Business | TP-Link. URL: https://www.omadanetworks.com/us/business-networking/omada-controller-cloud-based/omada-cloud-based-controller/ (дата звернення: 03.05.2025).

16. Windows server 2022. Cyberdb. URL: https://www.cyberdb.co/windows-server-2022-perspectives-and-new-features-of-the-operating-system/ (дата звернення: 07.05.2025).

17. What is a dns server. Cloudflare. URL: https://www.cloudflare.com/learning/dns/what-is-a-dns-server/ (дата звернення: 16.05.2025).

18. Windows 10: windows 10 features. GCFGlobal.org. URL: https://edu.gcfglobal.org/en/windows10/windows-10-features/1/ (дата звернення: 20.05.2025).

19. Bitdefender gravityzone business security - SMB cybersecurity. Bitdefender. URL: https://www.bitdefender.com/en-us/business/smb-products/business-security (дата звернення: 22.05.2025).

20. Acronis cyber protect reviews 2025: pricing & features - tekpon. Tekpon. URL: https://tekpon.com/software/acronis-cyber-protect/reviews/ (дата звернення:

24.05.2025).

21. Стандарт ISO/IEC 27001. *Dqsglobal*. URL: https://www.dqsglobal.com/uk-ua/navchajtesya/blog/new-iso-27001-2022-key-changes (дата звернення: 26.05.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Конфігураційний файл для Router4:

```
!
hostname Router2
!
enable secret strongAdminPass
!
service password-encryption
!
banner motd # НЕСАНКЦІОНОВАНИЙ ДОСТУП ЗАБОРОНЕНО! #
!
interface FastEthernet0/0
 description З'єднання з корпусом 2
 ip address 192.168.1.62 255.255.255.252
 no shutdown
!
interface FastEthernet1/0
 description З'єднання з корпусом 3
 ip address 192.168.1.78 255.255.255.252
 no shutdown
!
interface FastEthernet2/0
 description З'єднання з корпусом 1
 ip address 192.168.1.94 255.255.255.252
 no shutdown
!
interface FastEthernet3/0
 description З'єднання до Інтернет-шлюзу
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
 no shutdown
!
ip routing
!
! Приклад статичних маршрутів до підмереж корпусів
ip route 192.168.1.0 255.255.255.192 192.168.1.1
ip route 192.168.1.64 255.255.255.240 192.168.1.65
ip route 192.168.1.80 255.255.255.240 192.168.1.81
!
! Налаштування NAT/PAT для виходу в Інтернет
access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
```

```
interface FastEthernet3/0
 ip nat outside
!
interface FastEthernet0/0
 ip nat inside
interface FastEthernet1/0
 ip nat inside
interface FastEthernet2/0
 ip nat inside
!
ip nat inside source list 1 interface FastEthernet3/0 overload
!
! Налаштування доступу через VTY (Telnet/SSH)
line vty 0 4
 password vtyPassword
 login
 transport input telnet ssh
!
! Кінцева команда
end
!
```

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема бакалаврської роботи: ***Модернізація локальної мережі гімназії с.Залісся Луцького району Волинської області на базі комутаторів TP-LINK***

Обсяг пояснювальної записки 59 аркушів:

6 таблиць;

6 рисунків;

6 креслень;

1 додаток.

Дата завершення роботи: *04 червня 2025р*.

Підпис студента- _____*Пільгуй О.М.*