

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

(назва відділення)

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

(освітньо-професійного ступеня)

на тему: **Розробка проєкту комп'ютерної мережі Іванковецького ЗЗСО І-ІІ ст.
Кременецького р-ну**

Виконав: студент IV курсу, групи KI-406

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

Віталій ЙОРДОВСЬКИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник

Олександра МАРЦЮК

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення інформаційних технологій, менеджменту, туризму
та підготовки іноземних громадян

Циклова комісія комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Освітньо-професійна програма: Обслуговування комп'ютерних систем і мереж

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
комп'ютерної інженерії

_____ Андрій ЮЗЬКІВ

“30” березня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Йордовському Віталію Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка проєкту комп'ютерної мережі
Іванковецького ЗЗСО І-ІІ ст. Кременецького р-ну

керівник роботи Марцюк Олександра Василівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» від 27.03.2026р № 4/9-167.

2. Строк подання студентом роботи: 15 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: плани приміщень, завдання на проєктування, стандарти ANSI/EIA/TIA 568 - “Commercial Building Telecommunications Wiring Standart” і ANSI/EIA/TIA 569 - “Commercial Building Standart for Telecommunications Pathwais and Spaces

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Загальний розділ. Розробка технічного та робочого проєкту. Спеціальний розділ. Економічний розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

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

- план приміщень;
- фізична топологія мережі;
- логічна топологія;
- таблиця IP-адрес;
- таблиця техніко-економічних показників.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний розділ	Богдана МАРТИНЮК викладач		
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Володимир ШТОКАЛО викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	31.03	
2	Збір і узагальнення інформації	08.05	
3	Написання першого розділу	15.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	22.05	
5	Написання спеціального розділу	28.05	
6	Розрахунок економічної частини	1.06	
7	Написання розділу охорони праці	3.06	
8	Виконання графічної частини	8.06	
9	Оформлення проекту	10.06	
10	Погодження нормоконтролю	11.06	
11	Попередній захист роботи	12.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання: 31 березня 2026 року

Студент

_____ (підпис)

Віталій ЙОРДОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олександра МАРЦЮК
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Йордовський В.Р. Розробка проєкту комп'ютерної мережі Іванківського ЗЗСО І-ІІ ст Кременецького р-ну.: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра, за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. - 100с.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка проєкту сучасної локальної комп'ютерної мережі закладу загальної середньої освіти, що забезпечує надійну, безпечну та ефективну взаємодію між усіма структурними підрозділами школи. У процесі виконання роботи проведено аналіз вимог до мережевої інфраструктури, обґрунтовано вибір мережевого обладнання, кабельної системи та програмного забезпечення. Розроблено фізичну й логічну топології мережі, передбачено сегментацію за допомогою технології VLAN та реалізовано заходи щодо захисту інформаційних ресурсів. Також виконано моделювання роботи мережі, підготовлено рекомендації щодо налаштування мережевого обладнання і програмного забезпечення. Окрему увагу приділено економічному обґрунтуванню проєкту та питанням охорони праці й безпеки під час експлуатації мережевої інфраструктури.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, локальна мережа, мережеве обладнання, VLAN, Gigabit Ethernet, інформаційна безпека.

ABSTRACT

Yordovskyi V.R. Development of a Computer Network Project for Ivankivtsi General Secondary Education Institution of Grades I–II, Kremenets District: Qualification Thesis for the Professional Junior Bachelor's Degree in Specialty 123 Computer Engineering. – Ternopil: Separate Structural Unit "Ternopil Applied Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2026. – 100 p.

The purpose of the qualification thesis is to develop a project for a modern local computer network for a general secondary education institution that ensures reliable, secure, and efficient interaction between all structural units of the school. The study includes an analysis of the network infrastructure requirements and provides a rationale for the selection of network equipment, the cabling system, and software. The physical and logical network topologies were designed, VLAN-based network segmentation was implemented, and measures for protecting information resources were proposed. The operation of the network was simulated, and recommendations for configuring network equipment and software were developed. In addition, the thesis addresses the economic feasibility of the project and occupational health and safety requirements related to the operation of the network infrastructure.

Keywords: computer network, local area network, network equipment, VLAN, Gigabit Ethernet, information security.

ЗМІСТ

Перелік термінів і скорочень	8
Вступ	9
1 Загальний розділ	10
1.1 Технічне завдання:	10
1.1.1 Найменування та область застосування	10
1.1.2 Призначення розробки	10
1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення	11
1.1.4 Вимоги до документації	12
1.1.5 Техніко-економічні показники	12
1.1.6 Стадії та етапи розробки	13
1.1.7 Порядок контролю та прийому	14
1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика Навчального закладу, для якого створюється проект мережі	14
2 Розробка технічного та робочого проекту	19
2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі	19
2.1.1 Технології побудови мереж – сімейство Ethernet	19
2.1.2 Технологія побудови мереж - Token Ring	20
2.1.3 Технологія побудови мереж – FDDI	20
2.1.4 Технологія віртуальних мереж	21
2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів	23
2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка	23
2.2.2 Вибір фізичної топології мережі	25
2.3 Обґрунтування вибору обладнання для мережі	26
2.4 Особливості монтажу мережі	33

					2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Йордовський В.Р.			Літ.	Арк.	Арцшів
Перевірив		Марциук О.В.			5	100	
Н. Контр.		Приймак В.А.			ВСП ТФК ТНТУ ім. І.Пулюя м.Тернопіль		
Затв.							

Розробка проекту комп'ютерної мережі Іванковецького ЗЗСО І-ІІІ Кременецького р-ну
Пояснювальна записка

2.5 Обґрунтування вибору програмного забезпечення	35
2.6 Тестування та налагодження локальної мережі	36
3 Спеціальний розділ	39
3.1 Інструкції з налаштування програмного забезпечення серверів	39
3.1.1 Інструкції з налаштування шлюза спільного доступу до Інтернет	39
3.1.2 Інструкції з налаштування мережевого сховища даних	42
3.2 Інструкції з налаштування активного комутаційного обладнання	48
3.2.1 Інструкції з налаштування безпроводного маршрутизатора	48
3.2.2 Інструкції з налаштування головного комутатора	50
3.2.3 Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп	54
3.3 Інструкції з використання тестових наборів та програм	55
3.4 Інструкції з експлуатації та моніторингу в мережі	57
3.5 Інструкції по налаштуванню засобів захисту мережі	59
4 Економічний розділ	62
4.1 Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР	62
4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи	63
4.3 Розрахунок матеріальних витрат	65
4.4 Розрахунок витрат на електроенергію	66
4.5 Визначення транспортних затрат	66
4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань	67
4.7 Обчислення накладних витрат	67
4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР	69
4.9 Розрахунок ціни НДР	69
4.10 Визначення економ. ефективності і терміну окупності кап. вкладень	70
5 Охорона праці та безпека життєдіяльності	72

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		6

5.1 Заходи із забезпечення швидкої евакуації з приміщення Іванковецького ЗЗСО І-ІІ ст. Кременецького р-ну	72
5.2 Оцінка впливу електромагнітних полів від мережевого обладнання на учнів та методи їх екранування	74
5.3 Забезпечення електробезпеки при прокладанні локальних мереж у шкільних навчальних кабінетах	75
Висновки	79
Перелік посилань	81
Додаток А	83
Додаток Б	85
Додаток В	87
Додаток Г	93
Додаток Д	94
Додаток Е	97
Додаток Є	99

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І СКОРОЧЕНЬ

ISO (International Organization for Standardization) – міжнародна організація зі стандартизації.

ITU (International Telecommunication Union) – міжнародний союз електрозв'язку.

IEEE 802.3ab – стандарт Gigabit Ethernet для передачі даних по витій парі UTP категорії 5e.

MAC-адреса – унікальна 48-бітна фізична адреса мережевого пристрою.

MIB (Management Information Base) – база керуючої інформації, що використовується в системах мережевого управління.

SNMP (Simple Network Management Protocol) – протокол прикладного рівня для керування та моніторингу мережевого обладнання.

SOHO – домашній або малий офіс (Small Office / Home Office).

TCP/IP – стек протоколів Інтернету, що забезпечує передачу даних та взаємодію гетерогенних мереж.

UTP (Unshielded Twisted Pair) – неекранована вита пара, тип кабелю для побудови локальних мереж.

VLAN (Virtual Local Area Network) – віртуальна локальна мережа, що об'єднує пристрої у спільний широкомовний домен за логічною ознакою незалежно від фізичного розташування.

WDM (Wavelength Division Multiplexing) – технологія мультиплексування з розділенням каналів за довжиною хвилі.

ЛМ / ЛОМ – локальна мережа / локальна обчислювальна мережа.

ОС – операційна система.

ПК – персональний комп'ютер.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

ВСТУП

Під локальною мережею розуміють спільне підключення певних кількості робочих станцій та мережевих пристроїв до єдиного каналу передачі даних. Використання комп'ютерних мереж дає змогу прискорити реалізацію інформаційних процесів, ефективніше розподіляти і використовувати апаратні й інформаційні ресурси. Комп'ютерні мережі забезпечують:

- Швидкий обмін даними між окремими комп'ютерами мережі;
- Можливість централізованого застосування файрволу для захисту від розповсюджених видів атак;
- Спільне використання обчислювальних ресурсів, принтерів, модемів, сканерів, мережевих масивів даних;
- Спільне використання комп'ютерних програм;
- Можливість віддалено керувати комп'ютерами: встановлювати на них програмне забезпечення, обмежувати права доступу до ресурсів, проводити діагностування тощо;
- Спільну роботу користувачів над певними проектами, наприклад, розробку конструкції літака чи автомобіля, підготовку єдиного звіту корпорації та ін.

В дипломному проекті буде розглянуто основні етапи пов'язані з проектуванням мережевої інфраструктури закладу загальної спеціальної освіти

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічне завдання

1.1.1 Найменування та область застосування

Тема кваліфікаційної роботи полягає у розробці проекту комп'ютерної мережі Іванковецького закладу загальної середньої освіти I–II ступенів.

Метою роботи є створення проекту локальної мережі для навчального закладу відповідно до вимог технічного завдання. При проектуванні мережі враховуються такі ключові вимоги, як мінімізація витрат на реалізацію та забезпечення достатнього резерву продуктивності для подальшого розширення інфраструктури.

Запропоноване рішення може бути адаптоване для використання в інших навчальних закладах, а також у комерційних і некомерційних організаціях різного типу.

1.1.2 Призначення розробки

Проект комп'ютерної мережі спрямований на вирішення таких основних завдань:

1. Організація високошвидкісного середовища для передачі даних між вузлами мережі.
2. Забезпечення підключення персональних комп'ютерів навчальних аудиторій та інших приміщень до єдиної локальної мережі.
3. Переведення документообігу навчального закладу в електронну форму.
4. Використання ресурсів мережі Інтернет у навчальному процесі.
5. Організація спільного доступу до мережевих ресурсів, зокрема файлових сховищ і периферійних пристроїв.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

6. Логічне розмежування комп'ютерних класів та адміністративних підрозділів для підвищення рівня безпеки мережі.

7. Розробка експлуатаційної документації для супроводу та обслуговування мережі.

8. Підготовка інструкцій щодо моніторингу та діагностики стану мережевої інфраструктури.

1.1.3 Вимоги до апаратного та програмного забезпечення

В цьому підпункті кваліфікаційної роботи наведемо основні вимоги до апаратного і програмного забезпечення локальної мережі, яка буде об'єктом розробки.

До центрального комутатора висуваються вимоги щодо високої продуктивності та використання неблокованої архітектури. Пристрій повинен підтримувати функції каналного рівня, мати не менше 24 гігабітних портів із швидкістю передачі даних 1000 Мбіт/с, а також забезпечувати виконання функцій третього рівня моделі OSI для реалізації міжмережевої маршрутизації.

Комутатори рівня робочих груп повинні мати щонайменше 16 портів із підтримкою швидкості 1 Гбіт/с та забезпечувати роботу на каналному рівні моделі OSI.

До апаратної конфігурації мережевого шлюзу висуваються вимоги щодо наявності оперативної пам'яті обсягом не менше 16 ГБ, підтримки апаратного RAID-масиву, накопичувача обсягом від 1 ТБ, а також двох мережевих інтерфейсів стандарту Gigabit Ethernet.

Файловий сервер повинен мати оперативну пам'ять не менше 16 ГБ, підтримку апаратного RAID, дискову підсистему загальним обсягом не менше 2 ТБ (два накопичувачі) та мережевий інтерфейс Gigabit Ethernet.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

Бездротове мережеве обладнання повинно підтримувати сучасні алгоритми шифрування та стандарт IEEE 802.11ac або вище для забезпечення стабільного та безпечного бездротового з'єднання.

Пасивне мережеве обладнання обирається з урахуванням використання кабелю категорії не нижче 5e та відповідності стандартам структурованих кабельних систем.

До програмного забезпечення робочих станцій висуваються вимоги щодо підтримки роботи в локальній робочій групі, сумісності зі стеком протоколів TCP/IP та можливості регулярного оновлення системи.

Програмне забезпечення шлюзу повинно забезпечувати автентифікацію користувачів на основі індивідуальних облікових даних, а також фільтрацію небажаного контенту для підвищення рівня інформаційної безпеки мережі.

1.1.4 Вимоги до документації

Після розробки та впровадження комп'ютерної мережі необхідно сформулювати комплект експлуатаційної документації. Такий пакет документів забезпечує можливість подальшого супроводу мережі, усунення можливих несправностей, модернізації окремих її сегментів, а також організації моніторингу та збору статистичних даних у процесі експлуатації.

До складу основної технічної документації доцільно включити:

1. Схему логічної структури мережі.
2. Схему фізичної топології мережі.
3. Таблицю адресації мережевих вузлів.

1.1.5 Технічно-економічні показники

Розроблена мережа побудована на основі гібридної топології. Як середовище передачі даних використовується кабель типу вита пара категорії 5e.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

Серверне обладнання реалізовано на апаратній платформі з процесорами Intel Xeon.

Функції мережевого шлюзу виконуються за допомогою операційної системи MikroTik, а файловий сервер функціонує під керуванням OpenMediaVault 2.1. Центральним комутаційним пристроєм виступає комутатор Ubiquiti ES-24-250W.

Орієнтовна трудомісткість проектування мережі становить до 150 людино-годин. Загальна вартість реалізації мережевої інфраструктури не перевищує 500 тис. грн.

1.1.6 Стадії та етапи розробки

Розробка локальної мережі передбачає виконання послідовності взаємопов'язаних етапів:

1. Проведення аналізу існуючої мережевої інфраструктури навчального закладу.
2. Вибір оптимальної технології побудови локальної мережі.
3. Проектування логічної структури мережі гімназії.
4. Формування фізичної топології локальної мережі.
5. Підбір необхідного мережевого обладнання та програмних засобів.
6. Монтаж і прокладання кабельної інфраструктури.
7. Підключення активного комутаційного обладнання.
8. Підключення робочих станцій до мережі та налаштування їх операційних систем.
9. Конфігурування мережевого обладнання.
10. Налаштування серверного обладнання та мережевих сервісів.
11. Проведення тестування та перевірки працездатності мережі.
12. Формування технічної та експлуатаційної документації.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

1.1.7 Порядок контролю та прийому

Після впровадження комп'ютерної мережі виконується її комплексне тестування та оцінювання ключових експлуатаційних параметрів. У процесі перевірки аналізуються основні показники продуктивності та надійності, зокрема швидкість обміну даними між вузлами мережі, обсяги переданої та отриманої інформації на портах комутаційного обладнання, а також кількість кадрів некоректного формату, що фіксуються на інтерфейсах передачі даних.

Окрему увагу приділяють аналізу завантаженості основних мережевих вузлів, оскільки цей параметр дозволяє оцінити ефективність розподілу трафіку та потенційні вузькі місця інфраструктури. Крім того, виконується перевірка рівня захищеності сервера доступу до мережі Інтернет, що є важливою складовою загальної інформаційної безпеки.

Для контролю зазначених характеристик застосовується комплекс програмних засобів і утиліт. Серед них використовуються вбудовані можливості операційної системи мережевого обладнання, спеціалізовані програми аналізу мережевого трафіку, зокрема `tcpview` та `iperf`, а також інструменти оцінки безпеки типу `xspider`. Додатково застосовуються стандартні системні утиліти, такі як `netstat`, `ipconfig` та `ifconfig`, що дозволяють отримувати детальну інформацію про стан мережевих інтерфейсів і активні з'єднання.

Введення мережі в експлуатацію та її остаточне приймання здійснюється представниками навчального закладу відповідно до встановлених процедур, з обов'язковим оформленням приймально-здавального акту.

1.2 Постановка задачі на розробку проекту. Характеристика навчального закладу, для якої створюється проект мережі

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування сучасної комп'ютерної мережі для Іванковецького закладу загальної середньої освіти І–ІІ

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

ступенів. Розробка мережевої інфраструктури повинна здійснюватися відповідно до сформованого технічного завдання з урахуванням актуальних вимог до продуктивності, надійності та масштабованості.

У межах виконання проєкту передбачається підбір і обґрунтування як активного (комутатори, маршрутизатори, точки доступу), так і пасивного (кабельна система, комутаційні панелі, розетки) мережевого обладнання. Усе обладнання повинно забезпечувати підтримку стандарту Gigabit Ethernet, що дозволить досягти необхідної швидкості передавання даних та ефективної роботи інформаційних сервісів.

Особлива увага приділяється розробці логічної та фізичної топології мережі. Вибрана структура повинна відповідати архітектурним особливостям будівлі навчального закладу, а також враховувати специфіку освітнього процесу. Проєкт має забезпечити стабільне функціонування мережі як у навчальних кабінетах, так і в адміністративних приміщеннях.

У процесі розробки необхідно реалізувати такі функціональні можливості:

- організацію спільного доступу до глобальної мережі Інтернет для учнів і працівників закладу;
- забезпечення колективного використання мережевих ресурсів (принтери, навчальні матеріали, серверні служби);
- впровадження централізованого зберігання та обробки даних із використанням файлового сервера;
- розгортання необхідного програмного забезпечення на робочих станціях і серверному обладнанні з урахуванням освітніх потреб.

Об'єктом впровадження є Іванковецький заклад загальної середньої освіти, для якого характерні типові вимоги до інформаційно-комунікаційної інфраструктури навчальних установ. До них належать: забезпечення доступності мережевих сервісів, простота адміністрування, захист інформації та можливість подальшого розвитку системи.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

При проектуванні мережі обов'язково передбачається резерв для масштабування, зокрема можливість підключення додаткових підмереж, збільшення кількості користувачів і розширення функціоналу без суттєвої перебудови існуючої інфраструктури. Це дозволить адаптувати мережу до майбутніх змін у структурі закладу та зростання навантаження.

Таким чином, розроблюваний проєкт має забезпечити створення ефективної, надійної та гнучкої комп'ютерної мережі, що відповідатиме сучасним стандартам і потребам освітнього середовища.

Проектована комп'ютерна мережа охоплює триповерхову будівлю (фото наведено на рисунку 1.1) навчального закладу та передбачає створення єдиної інформаційно-комунікаційної інфраструктури для забезпечення освітнього процесу й адміністративної діяльності.



Рисунок 1.1 – Будівля Іванковецького ЗЗСО

Функціональне зонування приміщень є типовим для закладів загальної середньої освіти. У лівому крилі відносно центрального входу розташовано спортивну залу разом із допоміжними приміщеннями, які не потребують значної

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

кількості стаціонарних робочих місць, проте мають бути забезпечені бездротовим доступом до мережі.

Основну частину будівлі займають навчальні кабінети для учнів 1–9 класів. У кожному з таких кабінетів передбачено встановлення одного автоматизованого робочого місця вчителя, яке підключається до локальної мережі та мережі Інтернет.

На другому поверсі, відповідно до плану, розміщено спеціалізовані навчальні приміщення:

- кабінет іноземних мов, оснащений вісьмома персональними комп'ютерами з мультимедійною підтримкою. Робочі місця організовані за овальною схемою, що обумовлює необхідність раціонального прокладання кабельної інфраструктури з урахуванням ергономіки простору;
- кабінет інформатики, у якому передбачено 8 учнівських робочих місць, організованих у два ряди (з орієнтацією моніторів до центральної частини), а також окреме робоче місце викладача.

Крім навчальних приміщень, комп'ютеризовані робочі місця передбачені в адміністративній частині закладу, зокрема в кабінетах директора, заступника директора (завуча) та секретаря. Дані вузли мережі мають підвищені вимоги до надійності та безпеки доступу до інформації.

На кожному поверсі передбачається розгортання бездротової мережі Wi-Fi для забезпечення мобільного доступу до інформаційних ресурсів як для працівників закладу, так і для учнів (у межах політик доступу).

Центральний вузол мережі (серверне та комутаційне обладнання) планується розмістити у виділеній частині кабінету інформатики, яка відокремлена склопакетною перегородкою. Таке рішення дозволяє частково обмежити фізичний доступ сторонніх осіб до обладнання, водночас забезпечуючи зручність адміністрування та обслуговування мережі.

Розміщення навчальних кабінетів та інших приміщень наведено на плані приміщень (див. рис. 1.2.)

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

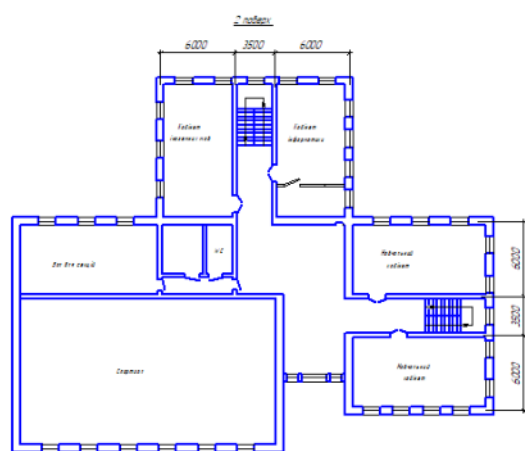
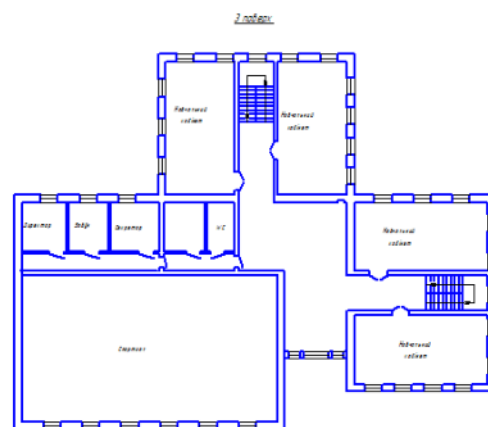
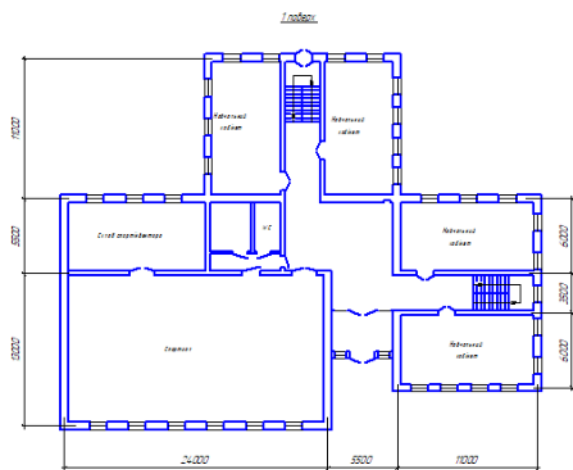


Рисунок 1.2 – План приміщень

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ТА РОБОЧОГО ПРОЕКТУ

2.1 Опис та обґрунтування вибору логічного типу мережі

Перед початком проектування локальної комп'ютерної мережі необхідно визначити базову технологію її побудови з урахуванням продуктивності, вартості впровадження, доступності обладнання та можливості подальшого розвитку.

Історично для побудови локальних мереж застосовувалися різні технології, зокрема Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI та ATM. Проте на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій частина із них втратили актуальність через високу вартість, складність реалізації або обмежену підтримку обладнання.

З огляду на це, для проектування мережі навчального закладу доцільно обрати технологію Ethernet, яка є галузевим стандартом і забезпечує оптимальне співвідношення між вартістю та технічними характеристиками.

2.1.1 Технології побудови мереж – сімейство Ethernet

Ethernet на сьогодні є домінуючою технологією побудови локальних комп'ютерних мереж і широко застосовується як у невеликих установах, так і в масштабних корпоративних системах. Його популярність пояснюється простотою впровадження, надійністю та доступністю обладнання.

У класичному варіанті Ethernet використовувався метод доступу до середовища передачі CSMA/CD, який передбачає попереднє “прослуховування” каналу перед початком передачі даних. Якщо кілька пристроїв одночасно починали передачу, виникали колізії, що вимагало повторної відправки кадрів після випадкової затримки.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						19
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У сучасних мережах цей підхід практично не застосовується. Використання комутаторів замість концентраторів, а також перехід до повнодуплексного режиму роботи дозволили ізолювати трафік між портами та усунути колізії як явище. Фактично кожен порт комутатора функціонує як окремий сегмент мережі, що значно підвищує ефективність використання пропускної здатності.

Сучасні реалізації Ethernet підтримують різні швидкості передачі даних, серед яких найпоширенішими є 100 Мбіт/с, 1 Гбіт/с і 10 Гбіт/с. Для умов навчального закладу оптимальним вибором є Gigabit Ethernet, оскільки він забезпечує достатню продуктивність для роботи навчальних і адміністративних сервісів без суттєвого збільшення вартості інфраструктури. Важливим фактором також є сумісність із поширеними типами кабельних систем, зокрема витюю парою категорій 5e та 6, що дозволяє зменшити витрати на впровадження.

Отже, використання технології Ethernet, зокрема стандарту Gigabit Ethernet, є технічно обґрунтованим і економічно доцільним рішенням для побудови мережі середнього спеціального закладу освіти.

2.1.2 Технологія побудови мереж - Token Ring

Технологія Token Ring, яка була розроблена компанією IBM, ґрунтується на принципі передачі спеціального маркера, що надає пристрою право на відправлення даних. Такий підхід дозволяє уникнути колізій і забезпечує впорядкований доступ до мережевого середовища.

Незважаючи на це, у сучасних умовах дана технологія втратила актуальність. Це пов'язано насамперед зі складністю її реалізації та адміністрування, обмеженими швидкісними характеристиками, а також високою вартістю обладнання. Крім того, більшість сучасних виробників мережевого обладнання більше не підтримують Token Ring, що унеможливорює її ефективне використання.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						20
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

З огляду на зазначені фактори, застосування цієї технології для побудови мережі навчального закладу є недоцільним.

2.1.3 Технологія побудови мереж - FDDI

FDDI є технологією локальних мереж, яка використовує оптоволоконні лінії зв'язку та забезпечує передачу даних на швидкості до 100 Мбіт/с. Її особливістю є використання подвійного кільця, що дозволяє підвищити надійність функціонування мережі за рахунок резервування каналів.

Дана технологія забезпечує стабільну роботу на значних відстанях і підтримує передачу пріоритетного трафіку, що є важливим для систем, чутливих до затримок. Однак для мереж невеликого масштабу, таких як мережа школи, ці переваги не є критичними.

Основними стримуючими факторами є висока вартість обладнання та монтажу, складність впровадження, а також застарілість у порівнянні з сучасними Ethernet-рішеннями. У зв'язку з цим використання FDDI у даному проєкті не розглядається як економічно виправдане.

2.1.4 Технологія віртуальних мереж

Для підвищення ефективності функціонування локальної мережі та забезпечення належного рівня інформаційної безпеки у проєкті передбачено використання технології віртуальних локальних мереж (VLAN). Застосування VLAN є сучасним підходом до організації мережевої інфраструктури, який дозволяє логічно групувати пристрої незалежно від їх фізичного підключення до конкретних комутаторів або приміщень. Це особливо актуально для навчальних закладів, де користувачі та обладнання розподілені по різних кабінетах і поверхах.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						21
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Сутність технології полягає у створенні ізольованих ширококомовних доменів у межах однієї фізичної мережі. У традиційній мережі без сегментації ширококомовний трафік розповсюджується на всі пристрої, що призводить до зайвого навантаження та зниження продуктивності. Використання VLAN дозволяє обмежити область поширення такого трафіку лише межами конкретного логічного сегмента, що позитивно впливає на загальну ефективність мережі.

У даному проєкті застосовується стандарт IEEE 802.1Q, який є найбільш поширеним способом реалізації VLAN у сучасних мережах. Його принцип роботи базується на додаванні спеціального тегу до Ethernet-кадру, що містить ідентифікатор VLAN. Завдяки цьому комутаційне обладнання може визначати, до якого саме логічного сегмента належить трафік, і відповідно обробляти його. Такий підхід дозволяє організовувати декілька віртуальних мереж поверх однієї фізичної інфраструктури без необхідності прокладання додаткових кабельних ліній.

Для умов середнього навчального закладу найбільш раціональним є використання VLAN на основі портів комутаторів. У цьому випадку кожен порт комутатора жорстко прив'язується до певної віртуальної мережі, а всі пристрої, підключені до нього, автоматично стають частиною відповідного сегмента. Такий підхід є простим у реалізації, не потребує складного програмного налаштування і добре відповідає умовам, де структура мережі є відносно стабільною.

Логічна сегментація мережі дозволяє розділити користувачів і ресурси за функціональним призначенням. У межах даного проєкту передбачається виділення окремих сегментів для адміністративного персоналу, навчальних кабінетів, бездротової мережі та серверної частини. Це забезпечує не лише впорядкування мережевого трафіку, але й підвищує рівень захисту даних, оскільки обмежує прямий доступ між різними категоріями користувачів.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

Обмін даними між VLAN здійснюється за допомогою маршрутизації, яка реалізується на центральному комутаторі третього рівня. Таким чином забезпечується контрольований доступ між сегментами з можливістю застосування правил фільтрації трафіку. Для з'єднання комутаторів між собою використовуються trunk-порти, що дозволяють передавати трафік кількох VLAN одним фізичним каналом. Це значно спрощує побудову мережі та зменшує витрати на кабельну інфраструктуру.

Додатковою перевагою використання VLAN є можливість подальшого розширення мережі без суттєвих змін у фізичній структурі. У разі необхідності можна створювати нові логічні сегменти або змінювати конфігурацію існуючих, що особливо важливо для навчальних закладів, де з часом може змінюватися кількість користувачів або їхні потреби.

В таблиці Б1 «Логічна адресація ЛОМ» додатку Б наведено дані про приналежність вузлів до конкретних підмереж.

В таблиці Б2 «Таблиця конфігурування VLAN» додатку Б наведено дані про типи портів комутаторів для конфігурування VLAN.

Поєднання технології Gigabit Ethernet із використанням VLAN дозволяє створити ефективну, гнучку та безпечну мережеву інфраструктуру. Запропоноване рішення є економічно обґрунтованим для умов сільської школи, оскільки не потребує значних витрат на обладнання, водночас забезпечуючи необхідний рівень продуктивності та можливість подальшого розвитку мережі.

2.2 Розробка схеми фізичного розташування кабелів та вузлів

2.2.1 Типи кабельних з'єднань та їх прокладка

Структурована кабельна система (СКС) локальної мережі навчального закладу складається з кількох функціонально взаємопов'язаних підсистем, кожна

					<i>2026.КВР.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23

осіб, зменшення впливу пилу та шуму, а також спрощує контроль за станом обладнання.

Прокладання кабельної інфраструктури виконується з урахуванням функціонального призначення приміщень та вимог безпеки. У навчальних кабінетах кабелі розміщуються в кабель-каналах, які монтуються вздовж стін або в зоні робочих місць, що забезпечує їх захист та зручність обслуговування. У коридорах магістральні лінії прокладаються у просторі підвісної стелі з використанням кабельних лотків або гофрованих труб, що дозволяє приховати інфраструктуру та забезпечити доступ для технічного обслуговування.

У кабінеті англійської мови, де використовується великий модульний овальний стіл на вісім робочих місць, кабельна розводка інтегрується безпосередньо в конструкцію меблів. Підвід живлення здійснюється до центральної точки столу з подальшим розподілом до кожного робочого місця через внутрішні канали, що дозволяє уникнути відкритого прокладання кабелів і підвищує ергономічність простору.

У кабінеті інформатики кабельні лінії прокладаються під фальшпідлогою, що забезпечує приховане розміщення всієї мережевої інфраструктури. Такий підхід спрощує доступ до кабелів через ревізійні елементи та дозволяє оперативно змінювати конфігурацію без порушення навчального процесу.

Загалом запропонована організація СКС забезпечує надійність, масштабованість, зручність експлуатації та відповідає сучасним вимогам до побудови структурованих кабельних систем у навчальних закладах.

2.2.2 Вибір фізичної топології мережі

Фізична топологія мережі визначає принцип взаємного з'єднання її елементів і є одним із ключових чинників, що впливають на продуктивність, надійність, масштабованість та загальну ефективність роботи мережевої інфраструктури.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

У локальних мережах найчастіше використовують шинну, кільцеву, зіркоподібну, деревоподібну або комбіновану структури. Зіркоподібна топологія передбачає підключення всіх кінцевих пристроїв до центрального вузла (комутатора), що спрощує адміністрування та підвищує відмовостійкість, оскільки вихід з ладу одного сегмента не впливає на інші. Кільцева структура характеризується послідовним з'єднанням вузлів, де кожен пристрій виконує функцію ретрансляції, однак така схема є чутливою до відмов окремих елементів. Шинна топологія базується на спільному каналі передачі даних, але має обмеження щодо масштабування та стійкості при зростанні навантаження.

Для мережі навчального закладу доцільним є використання ієрархічної топології типу «розширена зірка». У такій структурі нижній рівень утворюють комутатори доступу, що обслуговують робочі станції, тоді як центральний комутатор виконує функції агрегації трафіку, міжмережевої взаємодії та виходу в Інтернет. Це рішення забезпечує ефективний розподіл навантаження, простоту адміністрування та можливість подальшого розширення без суттєвої перебудови мережі.

Бездротовий сегмент доцільно організувати за комірчастим принципом, коли зони покриття точок доступу частково перекриваються. Це забезпечує стабільний безшовний роумінг та підвищує надійність Wi-Fi-підключення.

Таким чином, оптимальною для проєктованої інфраструктури є змішана топологія: провідна частина реалізується у вигляді розширеної зірки, а бездротова — за комірчастим принципом, що забезпечує баланс між продуктивністю, гнучкістю та надійністю мережі.

2.3 Обґрунтування вибору обладнання для мережі

Ядром локальної мережі буде комутатор 3-го рівня. В таблиці В1 «Порівняльний аналіз технічних показників комутаторів» наведено порівняльний аналіз конфігурацій комутаторів. Вибір центрального комутатора

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

буде здійснюватися з врахуванням відповідності всіх функціональних можливостей, а також найкращого співвідношення характеристик до вартості пристрою.

Для локальної мережі буде вибрано центральний комутатор Ubiquiti ES-24-250W. Центральний комутатор бере на себе функцію точки агрегації всіх логічних сегментів — класів, адміністративних підрозділів, серверної зони та бездротової інфраструктури. ES-24-250W підходить для цієї ролі, оскільки є повністю керованим комутатором рівня L2 із розширеними можливостями L3, що дозволяє не лише розподіляти трафік між VLAN, а й за потреби виконувати базову міжвланову маршрутизацію без перевантаження зовнішнього маршрутизатора. Це особливо важливо для освітніх мереж, де велика кількість одночасних клієнтів генерує локальний трафік між сегментами (наприклад, доступ до внутрішніх ресурсів, серверів або навчальних платформ). Загальний вигляд центрального комутатора мережі наведено на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 - Ubiquiti ES-24-250W (вигляд спереду і ззаду)

Детальні технічні дані центрального комутатора наведено в таблиці В1 «Порівняльний аналіз технічних показників комутаторів» додатку В. Технічні характеристики вибраного комутатора наведено в таблиці В2 «Детальні технічні дані комутатора Ubiquiti ES-24-250W» додатку В.

Для локальної мережі буде використано інтелектуальні комутатори робочих груп 2-го рівня на 16 портів . Ці комутатори є дуже популярні, мають всі необхідні характеристики і низьку вартість. В таблиці В3 «Порівняльна

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>27</i>

характеристика комутаторів» додатку В3 наведено порівняльний аналіз комутаторів робочих груп.

Для проекту локальної мережі вибрано Ubiquiti UniFi Switch Lite 16. Центральний комутатор - ES-24-250W виступає точкою агрегації VLAN-трафіку та PoE-живлення для активних пристроїв (точок доступу, камер, частини серверної інфраструктури), тоді як Lite 16 виконує функцію локального комутаційного вузла для окремих сегментів — наприклад, класів або невеликих груп робочих станцій. Його ключова цінність не в “потужності ядра”, а в простому, передбачуваному розподілі портів із повною підтримкою VLAN-тегування та trunk-з’єднань, що дозволяє ізолювати навчальні аудиторії в окремі логічні мережі без складної маршрутизації на рівні кожного класу. Важливо, що ця модель повністю зберігає концепцію керованої L2-інфраструктури Ubiquiti: кожен порт може бути призначений під конкретний VLAN або працювати як транковий uplink до ES-24-250W, який і буде виконувати роль основного вузла маршрутизації між сегментами. Завдяки цьому зменшується навантаження на центральний комутатор у частині локального трафіку класів, а сама мережа стає більш структурованою та простішою в адмініструванні.

Ubiquiti UniFi Switch Lite 16 має класичний моноблочний дизайн і її вигляд наведено на рисунку 2.2



Рисунк 2.2 – Комутатори L2 Ubiquiti UniFi Switch Lite 16

Окремо важливо, що UniFi Switch Lite 16 інтегрується в єдину модель керування Ubiquiti, що дає можливість уніфікувати налаштування портів і

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

VLAN-профілів у всій мережі школи. Це зменшує ризик помилок конфігурації при масштабуванні (додавання нових класів або кабінетів) і робить систему більш передбачуваною в експлуатації. У результаті він добре підходить саме як “поверховий” або “класовий” комутатор у структурі, де ES-24-250W вже виконує роль центрального ядра

В додатку Г наведено технічні характеристики Ubiquiti UniFi Switch Lite 16.

Для серверів буде використано платформу Dell PowerEdge. Для шлюзу вибрано модель Dell PowerEdge R220 яка виконана в корпусі 1U, має хороші показники CPU та NIC. Вигляд та будову такого серверу наведено на рисунку 2.3:



Рисунок 2.3 - Dell PowerEdge R220 (v52502731)

Для файлового сервера буде використано сервер Dell PowerEdge T30 в конфігурації з двома дисками HDD по 4ТБ кожен, та два диски SSD по 512ГБ кожен. Він має класичне виконання і оптимізований для таких задач (див. рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Dell PowerEdge T30

Для організації бездротового доступу в навчальних приміщеннях доцільно застосувати три точки доступу Ubiquiti UniFi, які забезпечують рівномірне покриття поверху та підтримку розділення трафіку за допомогою VLAN. Оптимальним рішенням є використання моделей U6 Lite або U6+, що підтримують стандарт Wi-Fi 6 та забезпечують стабільну роботу при одночасному підключенні великої кількості учнівських пристроїв В таблиці В5 «Порівняльна характеристика маршрутизаторів» додатку В наведено порівняльний аналіз технічних параметрів маршрутизаторів.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Для ЛОМ буде вибрано маршрутизатор Ubiquiti UniFi 6 Lite, технічні характеристики якого наведено у додатку Д.

Ubiquiti UniFi 6 Lite (U6-Lite) — це компактна точка доступу стандарту Wi-Fi 6 (802.11ax) з конфігурацією антен 2×2 MIMO, призначена для внутрішнього використання. Пристрій може монтуватися на стелі або стіні та оснащений одним гігабітним Ethernet-портом для підключення до мережі.

Живлення здійснюється через PoE 48 В (0.32 А), при цьому PoE-інжектор не входить у комплект і використовується окремо або через сумісні PoE-комутатори UniFi/EdgeSwitch.

Точка доступу забезпечує стабільне покриття на значній площі (до ~100 м за умов прямої видимості) та підтримує централізоване керування через UniFi Controller, що дозволяє налаштовувати роумінг, безпеку та параметри радіомережі як для окремих пристроїв, так і для всієї інфраструктури.

U6-Lite працює у двох діапазонах і забезпечує сумарну швидкість до 1,5 Гбіт/с завдяки технологіям MU-MIMO та OFDMA (5 ГГц) і MIMO (2,4 ГГц). Завдяки цьому пристрій ефективно працює у середовищах з великою кількістю користувачів, таких як навчальні заклади.

Вигляд точки доступу наведено на рисунку 2.5



Рисунок 2.5 – Точки доступу Ubiquiti UniFi U6 Lite

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

Перелік пасивного мережевого обладнання:

1. Мережевий кабель категорії 5е.
2. Роз'єми RJ-45.
3. Патчпанель на 24 порти.
4. Комутаційна шафа 24U.
5. Кабельні тримачі.

В таблиці 2.1 зведено всі дані про використане мережеве обладнання.

Таблиця 2.1 – Мережеве обладнання

№ п/п	Матеріальні ресурси	Опис	Од. вим.	Факт. витрач. матер.	Ціна, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	Кабель вита пара	UTP кат. 5е	м.	2 бухти	6000	12000
2	Серверна стійка	24U	шт.	1	12500	12500
3	Патч-панель	24 порти	шт.	1	2300	2300
4	Короб-канали	-	м.	140	110	15400
5	Патч-корди	UTP кат. 5е	шт.	50	34	1700
6	Розетки RJ-45	UTP кат. 5е	шт.	35	65	2275
7	Центральний комутатор	Ubiquiti ES-24-250W	шт.	1	19500	19500
8	Комутатор	Ubiquiti UniFi Switch Lite 16	шт.	4	6000	24000
9	Точка доступу (Роутер)	Ubiquiti UniFi U6 Lite	шт.	3	4600	13800

- створення структурованої кабельної системи;
- встановлення та підключення активного обладнання;
- налаштування програмного забезпечення та мережевих сервісів.

Усі етапи є взаємопов'язаними, тому недотримання вимог на будь-якому з них може негативно вплинути на роботу всієї мережі.

Основою кабельної інфраструктури є неекранована вита пара категорії 5e, яка забезпечує підтримку швидкостей до 1 Гбіт/с та відповідає вимогам сучасних локальних мереж. Усі компоненти системи (кабель, розетки, патч-панелі) повинні відповідати одній категорії, що гарантує узгодженість характеристик та стабільність передачі даних.

Прокладання кабелів здійснюється з урахуванням функціонального призначення приміщень. У навчальних кабінетах кабельні лінії прокладаються в кабель-каналах уздовж стін, що забезпечує їх захист і зручність обслуговування. У коридорах кабелі розміщуються в просторі підвісної стелі з використанням гофрованих труб або лотків. У кабінеті інформатики кабельна система організована під фальшпідлогою, що дозволяє ефективно обслуговувати велику кількість робочих місць. У спеціалізованих приміщеннях, зокрема в кабінеті англійської мови з модульним столом, кабелі прокладаються в межах меблевих конструкцій для підвищення безпеки та естетичності.

Вертикальні кабельні траси, що з'єднують поверхи, прокладаються через інженерну шахту з використанням захисних гофрованих труб. Окрім магістральних ліній між комутаторами, передбачено прокладання окремих кабелів для живлення бездротових точок доступу за технологією PoE. Це дозволяє уникнути використання додаткових джерел живлення та спрощує інфраструктуру.

Під час монтажу необхідно дотримуватися технічних норм: мінімальний радіус згину кабелю має становити не менше чотирьох його діаметрів, а рекомендовано — не менше 5 см. Відстань між мережевими та силовими кабелями повинна бути не менше 12,5 см для запобігання електромагнітним

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

завадам. Усі кабельні лінії повинні бути акуратно промарковані для спрощення подальшого обслуговування.

Розміщення центрального мережевого обладнання передбачено в окремій зоні кабінету інформатики, відокремленій склопакетною перегородкою. У цій зоні встановлюється комутаційна шафа, що забезпечує впорядковане розміщення обладнання, обмеження доступу та належні умови експлуатації.

З інженерної точки зору обрана схема забезпечує надійність, масштабованість та відповідність сучасним вимогам. З економічної — використання кабелю категорії 5e, раціональне прокладання трас та застосування PoE дозволяють знизити витрати на реалізацію проекту без суттєвого зниження функціональності мережі.

Таким чином, запропонована організація монтажу локальної мережі є технічно обґрунтованою, економічно доцільною та забезпечує ефективну і стабільну роботу мережевої інфраструктури навчального закладу.

2.5 Обґрунтування вибору програмного забезпечення

Для організації шлюзу доступу до глобальної мережі Інтернет використовується операційна система MikroTik RouterOS Level 6 [18]. Дане програмне забезпечення дозволяє реалізувати повноцінний маршрутизатор на базі звичайного серверного або персонального комп'ютера. За своїми функціональними можливостями воно наближається до рішень провідних виробників мережевого обладнання, зокрема Cisco та Allied Telesis.

Серед основних функцій MikroTik RouterOS слід відзначити реалізацію міжмережевого екрану (Firewall) та трансляції мережевих адрес (NAT), підтримку статичної і динамічної маршрутизації, механізмів QoS, тунельних протоколів, а також облік і аналіз мережевого трафіку, зокрема із застосуванням NetFlow. Крім того, система підтримує роботу з бездротовими інтерфейсами, технологію VLAN (IEEE 802.1Q) та інші сучасні мережеві стандарти.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

Для реалізації файлового сервера обрано операційну систему OpenMediaVault, яка є вільним програмним забезпеченням з відкритим вихідним кодом. Вона розповсюджується на умовах ліцензії GNU GPL v3, що забезпечує можливість її безкоштовного використання, модифікації та поширення.

Застосування OpenMediaVault є економічно доцільним рішенням для навчальних закладів, оскільки не потребує витрат на придбання ліцензійного програмного забезпечення. Система забезпечує повноцінну функціональність мережевого сховища даних (NAS), включаючи організацію файлових сервісів, керування дисковими масивами та віддалене адміністрування через веб-інтерфейс.

Для робочих станцій у мережі передбачено використання операційних систем Windows 11 Professional та Linux Fedora Core 37 Desktop Edition.

2.6 Тестування та налагодження локальної мережі

Після завершення монтажу та налаштування мережевої інфраструктури виконується її тестування, метою якого є перевірка працездатності всіх сегментів, виявлення можливих помилок і підтвердження відповідності проектним параметрам. З урахуванням ієрархічної структури мережі (розширена зірка) та наявності бездротового сегмента, перевірка проводиться комплексно.

Тестування умовно поділяється на два основні етапи: перевірку фізичного рівня та діагностику логічної роботи мережі.

На фізичному рівні здійснюється контроль кабельних ліній за допомогою кабельного тестера. Перевіряється цілісність виті пари категорії 5е, правильність обтиску конекторів, відповідність схемі підключення та відсутність пошкоджень. Особлива увага приділяється магістральним (вертикальним) лініям між поверхами, а також PoE-лініям, що живлять точки доступу, оскільки їх несправність може призвести до відмови як передачі даних, так і живлення обладнання.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						36
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Конфігурування мережевих інтерфейсів виконується в розділі IP, підрозділі Addresses, як наведено на рисунку 3.1.

Внутрішньому інтерфейсу шлюзу призначається IP-адреса 192.168.109.253 з маскою підмережі 255.255.255.0. Зовнішній інтерфейс налаштовується з такими параметрами TCP/IP: IP-адреса 10.10.8.1, маска підмережі 255.255.0.0, основний шлюз 10.10.8.25 та DNS-сервер 10.10.8.253.

Наступним етапом є формування клієнтської бази користувачів. Це дозволяє надалі у правилах фільтрації та маршрутизації використовувати не IP-адреси, а імена вузлів, що підвищує зручність адміністрування та спрощує супровід мережі при зміні адресації. Налаштування списків доступу виконується в розділах IP → Firewall та IP → Address List, як показано на рисунку 3.2.

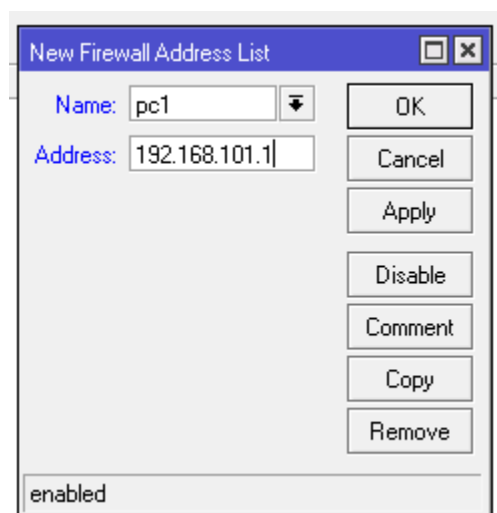


Рисунок 3.2 – Налаштування символічного імені для клієнта локальної мережі

Оскільки провайдером для локальної мережі виділено лише одну зовнішню IP-адресу, на шлюзі необхідно активувати функцію трансляції мережевих адрес (NAT). Для цього виконується перехід до розділу IP, підрозділу Firewall, де у вкладці NAT створюється правило маскування (masquerade) трафіку внутрішньої мережі. Конфігурація даного правила наведена на рисунку 3.3.

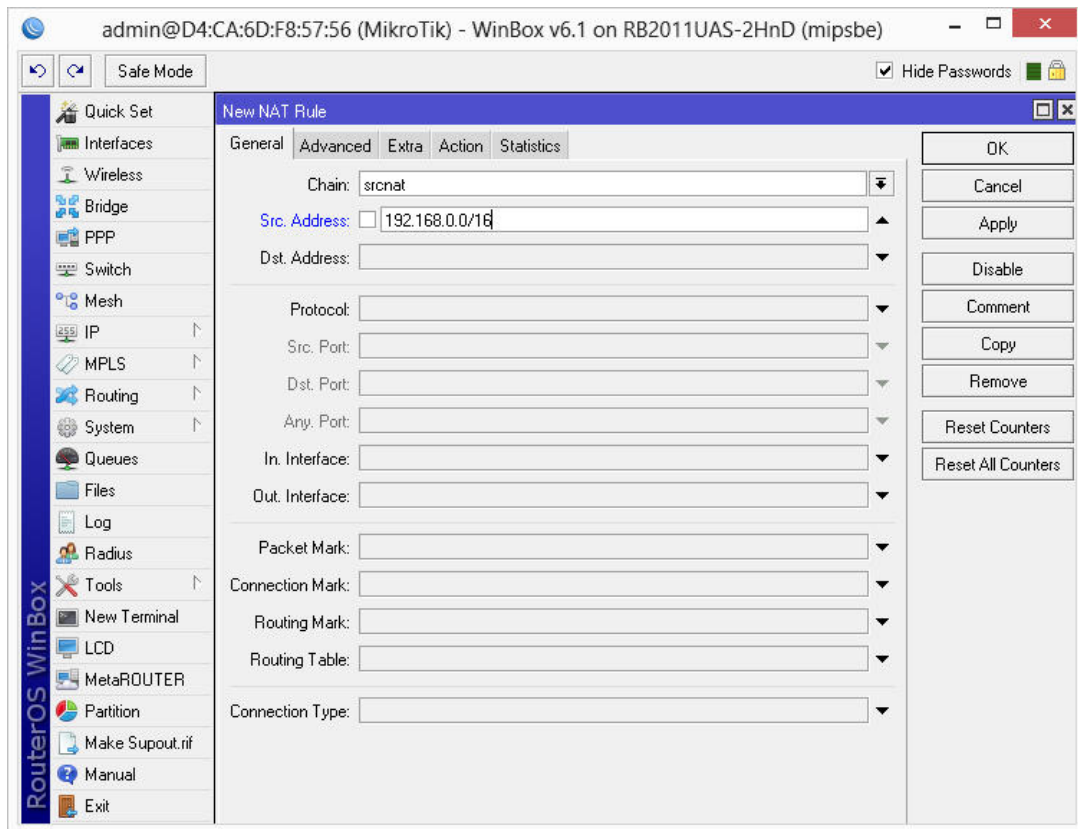


Рисунок 3.3 – Налаштування функції NAT для адресного простору 192.168.0.0/24

Після виконання попередніх налаштувань переходять до конфігурування правил фільтрації трафіку. У межах цих налаштувань для кожного клієнта визначаються дозволи на проходження мережевого трафіку через шлюз. При цьому наприкінці списку правил встановлюється загальне обмеження, яке блокує будь-які інші з'єднання, не визначені окремими правилами. Таким чином, доступ до мережі Інтернет отримують лише авторизовані користувачі, для яких явно задано відповідні дозволи.

Налаштування політик фільтрації виконується у розділі IP → Firewall, вкладка Filter Rules.

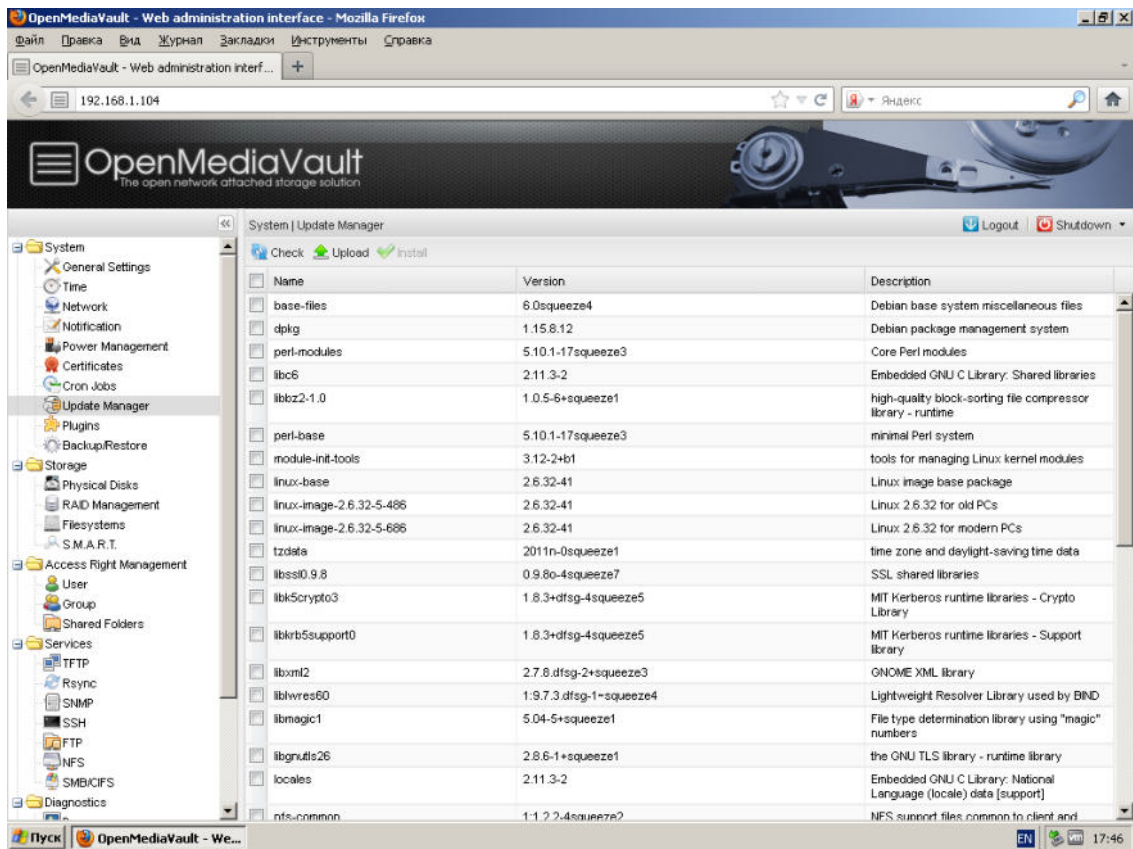


Рисунок 3.6 – Видгляд вікна Update Manager

Вибираються необхідні пакети для інсталяції, після чого запускається процес встановлення шляхом натискання кнопки **Install**. Хід виконання інсталяції наведено на рисунку 3.7.

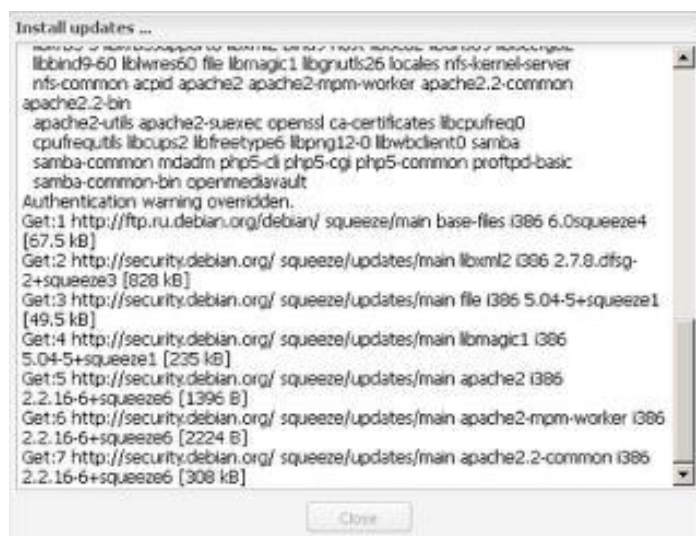


Рисунок 3.7 – Хід процесу інсталяції пакетів

Name	Device	State	Level	Capacity	Devices
openmediavault:MyRAID	/dev/md0	active	raid1	7.99 GiB	/dev/sdc /dev/sdb

Рисунок 3.10 – Створення RAID масиву рівня 1

Хід процесу компіляції RAID масиву рівня 1 показана на рисунку 3.11.

```
active, resyncing (78.6%
(6600064/8387572) finish=0.1min
speed=206252K/sec)
```

Рисунок 3.11 – Процес побудови RAID рівня 1

Наступним кроком виконується створення файлової системи на базі сформованого RAID-масиву, як наведено на рисунку 3.12.

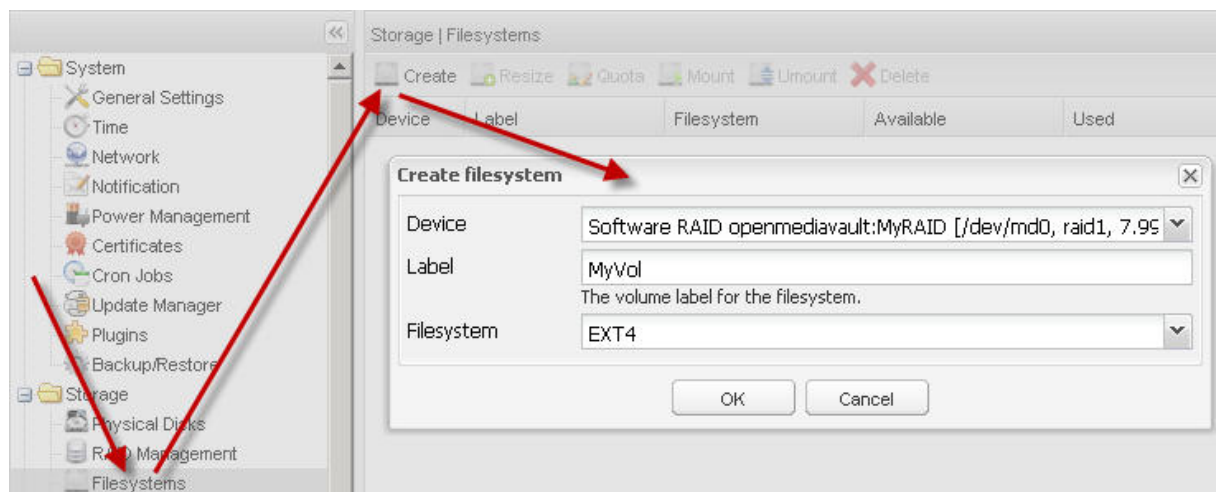


Рисунок 3.12 – Етапи створення файлової системи ext4

У переліку доступних файлових систем відображається щойно створений розділ, як показано на рисунку 3.13.

Device	Label	Filesystem	Available	Used	Mounted	Status
/dev/md0	MyVol	ext4	n/a	n/a	No	Online

Рисунок 3.13 – Результат – розділ ext4

Створюються мережеві спільні папки, як показано на рисунку 3.14. Для кожної з них встановлюються відповідні права доступу, зокрема на читання, запис та виконання, відповідно до визначеної політики безпеки.

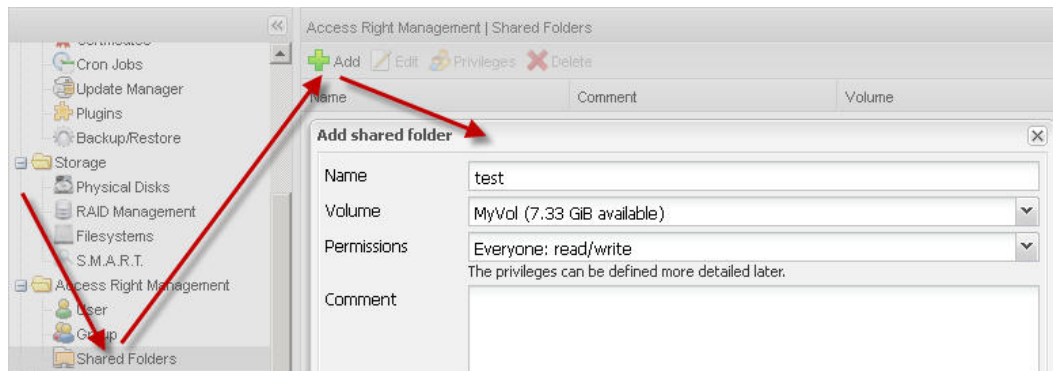


Рисунок 3.14 – Етапи створення спільної папки

Таким чином здійснюється конфігурування обох мережевих масивів даних. Їх введення в експлуатацію дозволяє знизити навантаження на дискову підсистему за рахунок розподілу операцій читання та запису між різними сховищами.

Налаштування параметрів стеку TCP/IP для мережевих масивів виконується відповідно до даних таблиці IP-адресації мережі.

Правильна конфігурація протоколу TCP/IP забезпечує стабільний обмін даними між мережевими сховищами, серверним обладнанням і клієнтськими робочими станціями, що є необхідною умовою для безперебійного функціонування локальної комп'ютерної мережі та надання користувачам доступу до спільних інформаційних ресурсів.

Усі бездротові вузли локальної мережі та точки доступу отримують параметри стеку TCP/IP автоматично від DHCP-сервера, розташованого в межах локальної мережевої інфраструктури. Такий підхід спрощує адміністрування адресного простору та зменшує ймовірність конфігураційних помилок.

На завершальному етапі виконується зміна стандартного пароля доступу до системи керування бездротовою точкою доступу, встановленого виробником. Це дозволяє підвищити рівень захисту обладнання та запобігти несанкціонованому доступу до параметрів конфігурації мережевого пристрою.

3.2.2 Інструкція з налаштування головного комутатора

Центральний комутатор Ubiquiti ES-24-250W виконує функції агрегації мережевого трафіку, комутації між сегментами локальної мережі та маршрутизації між віртуальними локальними мережами (VLAN).

Спочатку створюються всі VLAN відповідно до логічної структури мережі:
enable

! Перехід у привілейований режим керування комутатором.

configure

! Від у режим глобального конфігурування пристрою.

vlan database

! Відкриття режиму керування базою даних VLAN.

vlan 101

! Створення VLAN 101 для робочих місць першого поверху.

vlan 102

! Створення VLAN 102 для сегмента кабінету інформатики.

vlan 103

! Створення VLAN 103 для мережі кабінету іноземних мов.

vlan 104

! Створення окремої VLAN для робочого місця завідувача лабораторії.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						50
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

vlan 105

! Створення VLAN для навчальних кабінетів загального призначення.

vlan 106

! Створення VLAN для робочого місця секретаря.

vlan 107

! Створення VLAN для мережевого сегмента заступника директора.

vlan 108

! Створення VLAN для робочого місця директора навчального закладу.

vlan 109

! Створення серверної VLAN для файлового сервера та маршрутизатора.

vlan 110

! Створення VLAN для бездротової мережі та точок доступу Wi-Fi.

exit

! Завершення роботи з базою даних VLAN та повернення до режиму конфігурування.

Для забезпечення міжмережевої взаємодії створюються логічні інтерфейси VLAN та призначаються шлюзи за замовчуванням для кожної підмережі:

interface vlan 101

ip address 192.168.101.254 255.255.255.0

exit

interface vlan 102

ip address 192.168.102.254 255.255.255.0

exit

interface vlan 103

ip address 192.168.103.254 255.255.255.0

exit

interface vlan 104

ip address 192.168.104.254 255.255.255.0

exit

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		51

```
interface vlan 105
ip address 192.168.105.254 255.255.255.0
exit
interface vlan 106
ip address 192.168.106.254 255.255.255.0
exit
interface vlan 107
ip address 192.168.107.254 255.255.255.0
exit
interface vlan 108
ip address 192.168.108.254 255.255.255.0
exit
interface vlan 109
ip address 192.168.109.254 255.255.255.0
exit
interface vlan 110
ip address 192.168.110.254 255.255.255.0
exit
```

Далі активується функція маршрутизації між VLAN:

```
ip routing
```

Порти, що використовуються для підключення комутаторів доступу SW_1, SW_2, SW_4 та SW_5, налаштовуються як транкові:

```
interface 0/11
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 101
exit
interface 0/12
switchport mode trunk
switchport trunk allowed vlan add 102
```

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

exit

interface 0/13

switchport mode trunk

switchport trunk allowed vlan add 103

exit

interface 0/14

switchport mode trunk

switchport trunk allowed vlan add 104,105,106,107,108

exit

Порти для файлового сервера та сервера-шлюзу налаштовуються у VLAN 109:

interface 0/23

switchport mode access

switchport access vlan 109

exit

interface 0/24

switchport mode access

switchport access vlan 109

exit

Порти для бездротових точок доступу налаштовуються у VLAN 110:

interface 0/20

switchport mode access

switchport access vlan 110

exit

interface 0/21

switchport mode access

switchport access vlan 110

exit

interface 0/22

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						53
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

```
switchport mode access
switchport access vlan 110
exit
```

Після завершення налаштування конфігурація зберігається:

```
copy running-config startup-config
```

У результаті налаштування центральний комутатор виконує маршрутизацію між VLAN 101–110, забезпечує взаємодію всіх підмереж навчального закладу, підключення серверного сегмента та функціонування бездротової мережі.

3.2.3 Інструкції з налаштування комутаторів робочих груп

Комутатори робочих груп Ubiquiti UniFi Switch Lite 16 використовуються для підключення робочих станцій, серверного обладнання та бездротових точок доступу. Керування комутаторами здійснюється централізовано за допомогою програмного забезпечення UniFi Network Controller.

Після фізичного підключення комутатора до мережі необхідно виконати його адаптацію (Adoption) у системі керування UniFi. Після успішного підключення пристрою створюються мережеві сегменти VLAN відповідно до прийнятої схеми адресації.

Для створення VLAN у меню Settings → Networks додаються відповідні мережі із зазначенням номера VLAN та типу мережі VLAN Only.

Після створення VLAN виконується налаштування портів комутаторів.

Для комутатора SW_1, який обслуговує робочі місця першого поверху, порти 1–5 налаштовуються як Access-порти VLAN 101. Порт 16 використовується як транковий канал для підключення до центрального комутатора та переводиться у режим Trunk з передачею тегованого трафіку VLAN.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

навантаження портів, аналізувати обсяги переданого трафіку та відстежувати кількість підключених користувачів.

Для контролю роботи центрального комутатора Ubiquiti ES-24-250W та програмного маршрутизатора MikroTik використовуються вбудовані засоби веб-інтерфейсу і журнали подій. За допомогою цих інструментів можна контролювати завантаження процесора, використання оперативної пам'яті, стан мережевих інтерфейсів, а також перевіряти коректність маршрутизації між VLAN.

Моніторинг файлового сервера на базі операційної системи OpenMediaVault виконується через веб-інтерфейс системи керування. Адміністратор може контролювати використання дискового простору, стан накопичувачів, навантаження на процесор і оперативну пам'ять, а також відстежувати активність користувачів та мережевих служб.

Для аналізу мережевого трафіку можуть використовуватися вбудовані засоби статистики комутаторів та програмні аналізатори протоколів. У разі необхідності детального дослідження переданих пакетів застосовується технологія дзеркалювання портів (Port Mirroring), яка дозволяє копіювати трафік вибраного порту на спеціально виділений порт комутатора. До такого порту може бути підключений комп'ютер із програмою аналізу мережевого трафіку, наприклад Wireshark.

Контроль бездротового сегмента мережі здійснюється за допомогою засобів UniFi Network Controller. Програмне забезпечення надає інформацію про рівень сигналу точок доступу, завантаження радіоканалів, кількість підключених клієнтів та якість роумінгу між точками доступу. Це дозволяє оперативно виявляти проблемні ділянки покриття та виконувати оптимізацію параметрів бездротової мережі.

Регулярне виконання моніторингу та профілактичного обслуговування забезпечує надійну роботу локальної мережі навчального закладу, своєчасне

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

виявлення несправностей та підтримання необхідного рівня продуктивності й інформаційної безпеки.

3.5 Інструкції по налаштуванню засобів захисту мережі

Для забезпечення інформаційної безпеки локальної мережі навчального закладу використовується програмний маршрутизатор на базі операційної системи MikroTik RouterOS. Захист мережі реалізується за допомогою механізму міжмережевого екрану (Firewall), який контролює весь вхідний та вихідний мережевий трафік.

Основними завданнями міжмережевого екрану є:

- захист локальної мережі від несанкціонованого доступу з мережі Інтернет;
- фільтрація небажаного трафіку;
- контроль доступу до мережевих ресурсів;
- захист від помилкових або пошкоджених пакетів;
- обмеження доступу до служб маршрутизатора лише з локальної мережі.

Для реалізації зазначених функцій використовуються правила фільтрації пакетів які наведені в додатку Е.

Перше правило дозволяє обробку вже встановлених та пов'язаних мережевих з'єднань, що забезпечує коректну роботу мережевих сервісів. Наступне правило блокує пошкоджені або некоректно сформовані пакети, які можуть бути наслідком помилок передачі або спроб мережевих атак.

Для діагностики мережі дозволяється використання протоколу ICMP, який застосовується командами ping та traceroute. Доступ до самого маршрутизатора дозволяється лише з локальної мережі, тоді як усі зовнішні запити блокуються.

У ланцюгу пересилання пакетів (Forward Chain) дозволяється передача трафіку для вже встановлених з'єднань та відкидаються некоректні пакети. Також блокується будь-яка спроба встановлення нового з'єднання з мережі

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

інформаційних ресурсів навчального закладу та мінімізувати ризики внутрішніх мережових загроз.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
4	Налагодження мережі. На даному етапі інсталиуються ОС серверів та робочих станцій. Конфігуруються мережеві служби та сервіси. Додатково буде проведено тестування роботи апаратної частини мережі на програмної частини (перевірка зв'язку між вузлами мережі, перевірка конфігурацій програмного забезпечення)	Інженер	30
5	Підготовка документації. На даному етапі готується технічна документація на локальну мережу. Інструкції з налаштування служб та сервісів.	Інженер	11
Разом		-	110

Сумарний час виконання операцій технологічного процесу, які будуть виконуватись для проектування локальної мережі для Іванковецького ЗЗСО І-ІІ складає 110 годин.

4.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Оплата праці - грошовий вираз вартості і ціни робочої сили, який виступає у формі будь-якого заробітку, виплаченого власником підприємства працівникові за виконану роботу.

Заробітна плата працівника залежить від кінцевих результатів роботи підприємства, регулюється податками і максимальними розмірами не обмежується.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		63

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_r, \quad (4.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.;

K_r – кількість відпрацьованих годин.

Отже, основна заробітна плата для працівників становить:

1. Керівник проекту - $Z_{осн1} = 8 \cdot 280 = 2240,00$ грн.

2. Інженер - $Z_{осн2} = 60 \cdot 220 = 13200,00$ грн.

3. Технік - $Z_{осн3} = 42 \cdot 180 = 7560,00$ грн.

Сумарна основна заробітна плата становить:

$$Z_{осн} = 2240,00 + 13200,00 + 7560,00 = 23000,00 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10 – 15 % від суми основної заробітної плати та обчислюється за формулою 4.2.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{додл.}, \quad (4.2)$$

де $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам: 0,1 – 0,15.

Отже, додаткова заробітна плата по категоріях працівників становить:

- керівника проекту: $Z_{дод1} = 2240,00 \cdot 0,15 = 336,0$ грн.

- інженера: $Z_{дод2} = 13200,00 \cdot 0,15 = 1980,00$ грн.

- техніка: $Z_{дод3} = 7560,00 \cdot 0,15 = 1134,00$ грн.

Загальна додаткова заробітна плата становить:

$$Z_{дод} = 336,00 + 1980,00 + 1134,00 = 3450,00 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці розраховуються за формулою 4.3:

$$B_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод.}, \quad (4.3)$$

$$B_{о.п.} = 23000,00 + 3450,00 = 26450,00 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи становлять 22%. Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{с.з.} = B_{о.п.} \cdot 0,22, \quad (4.4)$$

					<i>2026.КВР.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						64
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

де ФОП – фонд оплати праці, грн.

$$B_{с.з.} = 26450,00 \cdot 0,22 = 5819,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівни- ків	Основна заробітна плата, грн.			Додатк. зароб. плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
		Тариф. ставка, грн.	К-сть від- працьов. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
1	Керівник проекту	280	8	2240,00	336,00	-	-
2	Інженер	220	60	13200,00	1980,00	-	-
3	Технік	180	42	7560,00	1134,10	-	-
Разом				23000,00	3450,00	5819,00	32269,00

Отже, загальні витрати на оплату праці становлять 32269,00 грн.

4.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни (формула 4.5):

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i \quad (4.5)$$

де q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду;

p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 4.6:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{Bi} \quad (4.6)$$

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						65
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Матеріальні ресурси	Опис	Од. вим.	Факт. витрач. матер.	Ціна, грн.	Загальна сума грн.
1	Кабель	UTP кат. 5e	м.	2 бухти	6000	12000
2	Комутаційна шафа	24U	шт.	1	12500	12500
3	Патч-панель	24 порти	шт.	1	2300	2300
4	Короб	-	м.	140	110	15400
5	Патч-корд	UTP кат. 5e	шт.	50	34	1700
6	Мережева розетка	UTP кат. 5e	шт.	35	65	2275
7	Центральний комутатор	Ubiquiti ES-24-250W	шт.	1	19500	19500
8	Комутатор	Ubiquiti UniFi Switch Lite 16	шт.	4	6000	24000
9	Точка доступу (Роутер)	Ubiquiti UniFi U6 Lite	шт.	3	4600	13800
10	Сервер-шлюз	Dell PowerEdge R220	шт.	1	47000	47000
11	Файловий сервер	Dell PowerEdge T30	шт.	1	49000	49000
12	ББЖ	APC Easy UPS SRV 2000VA / 1800W	шт.	1	47000	47000
13	ОС	RouterOS Level 6	шт.	1	3100	3100
Разом						243 575 грн

Загальна сума матеріальних витрат на розробку мережі становить 243575 грн.

4.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію одиниці обладнання розраховуються за формулою 4.7:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S \quad (4.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин роботи обладнання; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Час роботи ПК над даним проектом становить 12 годин, споживана потужність - 0,5 кВт/год, вартість 1 кВт електроенергії – 15,94 грн. Тому витрати на електроенергію будуть становити:

$$Z_e = 0,5 \cdot 12 \cdot 15,94 = 95,64 \text{ грн.}$$

4.5 Визначення транспортних затрат

Транспортні витрати слід прогнозувати у розмірі 8 – 10 % від загальної суми матеріальних затрат. Транспортні витрати розраховуються за формулою 4.8.

$$T_b = Z_{м.в.} \cdot 0,08 \dots 0,1, \quad (4.8)$$

де T_b – транспортні витрати.

Отже, транспортні витрати будуть становити:

$$T_b = 243575 \cdot 0,08 = 19486,00 \text{ грн.}$$

					<i>2026.КВР.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		67

4.6 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Мінімально допустимі строки їх використання 2 роки. Для визначення амортизаційних відрахувань використовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%} \cdot T, \quad (4.9)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.; B_B – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.; H_A – норма амортизації, %; T – кількість годин роботи обладнання, год.

Враховуючи, що ПК працює над даним проектом 12 год., балансова вартість ПК – 24000 грн., тому:

$$A = \frac{24000 \cdot 0,04}{150} \cdot 12 = 76,80 \text{ грн.}$$

4.7 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати - це витрати, не пов'язані безпосередньо з технологічним процесом виготовлення продукції, а утворюються під впливом певних умов роботи по організації, управлінню та обслуговуванню виробництва.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20 – 60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників, обчислюються за формулою 4.10.

$$H_v = B_{o.n.} \cdot 0,2...0,6, \quad (4.10)$$

де H_v – накладні витрати.

$$H_v = 26450,00 \cdot 0,3 = 7935,00 \text{ грн.}$$

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						68
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4.8 Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Кошторис витрат являє собою зведений план усіх витрат підприємства на майбутній період виробничо-фінансової діяльності.

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблиці 4.4, де зазначено наступні види витрат: витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи, матеріальні витрати, витрати на електроенергію, транспортні витрати, амортизаційні відрахування, накладні витрати.

Таблиця 4.4 - Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	26450,00	8,84
Відрахування на соціальні заходи	5819,00	1,94
Матеріальні витрати	243575,00	81,38
Витрати на електроенергію	95,64	0,03
Транспортні витрати	19486,00	6,51
Амортизаційні відрахування	76,80	0,03
Накладні витрати	7935,00	3,24
Собівартість	299 182,14	100,00

Собівартість (C_v) НДР розраховуємо за формулою 4.11:

$$C_v = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_e + T_e + A + H_e \quad (4.11)$$

Отже, собівартість дорівнює $C_v = 299 182,14$ грн

4.9 Розрахунок ціни НДР

Ціну НДР можна визначити за формулою 4.12:

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						69
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Ц = C_в \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ), \quad (4.12)$$

де $C_в$ – собівартість виконання НДР;

$P_{рен.}$ – рівень рентабельності,

ПДВ – ставка податку на додану вартість.

$$Ц = 299\,182,14 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,2) = 430\,822,28 \text{ грн.}$$

4.10 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Для визначення ефективності продукту розраховують чисту теперішню вартість (ЧТВ), можна визначити за формулою 4.13 та термін окупності ($T_{ок}$), який можна визначити за формулою 4.14.

$$ЧТВ = -K_в + \sum_{i=1}^t \frac{\Gamma_{п}}{(1+i)^i}, \quad (4.13)$$

де $K_в$ – затрати на проект;

$\Gamma_{п}$ – грошовий потік за t – ий рік;

t – відповідний рік проекту;

i - величина дисконтної ставки (10...15%).

Якщо $ЧТВ \geq 0$, то проект може бути рекомендований до впровадження.

$$ЧТВ = -299182,14 + \frac{245590,14}{(1+0,15)} + \frac{245590,14}{(1+0,15)^2} = 100075,9 \text{ грн}$$

					<i>2026.КВР.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		70

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{OK} = T_{ПВ} + \frac{H_B}{Г_{ПР}} \quad (4.14)$$

де $T_{ПВ}$ – період до повного відшкодування витрат, років;

H_B – невідшкодовані витрати на початок року, грн.;

$Г_{ПР}$ – грошовий потік на початок року, грн.

$$T_{OK} = 1 + \frac{85625,5}{245590,14} = 1,3$$

Всі дані розрахунків внесемо в зведену таблицю 4.5 техніко-економічних показників.

Таблиця 4.5 - Техніко-економічні показники розробки мережі

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	299 182,14
2.	Плановий прибуток, грн.	131640,14
3.	Ціна, грн.	430 822,28
4.	Чиста теперішня вартість, грн.	100075,9
5.	Термін окупності, рік	1,3

Загальна вартість розробленої комп'ютерної мережі становить 430 822,28 грн. Термін окупності становить 1,3 роки, що свідчить про економічну доцільність та ефективність реалізації проєкту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Розділ охорони праці є невід'ємною складовою проектування та впровадження комп'ютерної мережі в навчальному закладі, оскільки охоплює комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов експлуатації обладнання та захист учасників освітнього процесу. Актуальність цього розділу зумовлена широким використанням електронних засобів навчання, активного мережевого обладнання та серверної інфраструктури, що супроводжується наявністю електричних, електромагнітних та організаційних ризиків.

У межах даного проекту локальної мережі Іванковецького ЗЗСО І–ІІ ст. питання охорони праці розглядаються з урахуванням сучасних нормативних вимог до електробезпеки, пожежної безпеки та безпечної організації робочих місць у комп'ютерних класах. Особлива увага приділяється запобіганню виробничим ризикам під час монтажу кабельної інфраструктури, налаштування мережевого обладнання та подальшої експлуатації системи.

Таким чином, розділ охорони праці визначає практичні підходи до мінімізації потенційних небезпек і є важливою умовою надійного та безпечного функціонування розробленої комп'ютерної мережі.

5.1 Заходи із забезпечення швидкої евакуації з приміщення Іванковецького ЗЗСО І-ІІ ст. Кременецького р-ну

Ефективна організація евакуації у закладі освіти є критично важливою складовою системи цивільного захисту. Евакуаційні шляхи та виходи повинні постійно утримуватися у справному стані, бути вільними від будь-яких перешкод і забезпечувати швидке та безпечне залишення будівлі всіма учасниками освітнього процесу. Не допускається їх блокування, звуження або використання не за призначенням.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72

У навчальних приміщеннях забороняється захарашення коридорів, сходових кліток та евакуаційних проходів меблями, обладнанням або будь-якими матеріальними цінностями. Розміщення навчальних і допоміжних зон повинно виконуватися таким чином, щоб не створювати перешкод для організованого руху учнів та персоналу під час евакуації.

Важливим елементом системи безпеки є пожежна та оповіщувальна сигналізація. У закладі освіти повинна бути встановлена система автоматичного виявлення надзвичайних ситуацій (зокрема пожежі) та система оповіщення людей про тривогу. У разі спрацювання датчиків або ручних сповіщувачів активується загальний сигнал тривоги, який подається у вигляді звукового та, за наявності, світлового оповіщення. Цей сигнал є обов'язковим для негайного реагування всіх осіб у будівлі.

Після отримання сигналу тривоги організація евакуації здійснюється за задалегідь визначеними маршрутами. Кожен педагогічний працівник відповідає за організований вихід учнів із закріпленого класу або навчальної групи. Вчитель зобов'язаний припинити навчальний процес, заспокоїти учнів, перевірити наявність усіх присутніх та організовано вивести їх до найближчого евакуаційного виходу згідно з планом евакуації.

Адміністрація навчального закладу координує загальний процес евакуації, контролює відкриття основних та запасних виходів, а також забезпечує взаємодію з екстреними службами у разі потреби. Відповідальні особи здійснюють перевірку приміщень після виходу людей для виключення випадків залишення осіб у будівлі.

Евакуаційні виходи повинні бути доступними та відкриватися без використання ключів із внутрішнього боку. Усі маршрути евакуації мають бути позначені відповідними вказівниками, а система аварійного освітлення повинна забезпечувати видимість навіть за відсутності основного електропостачання.

Таким чином, комплексне поєднання технічних засобів оповіщення, чітко визначених маршрутів евакуації та організаційних дій персоналу дозволяє

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		73

забезпечити оперативне та безпечне залишення будівлі у разі виникнення надзвичайної ситуації.

5.2 Оцінка впливу електромагнітних полів від мережевого обладнання на учнів та методи їх екранування

Сучасна комп'ютерна мережа навчального закладу включає значну кількість активного обладнання (комутатори, маршрутизатори, точки доступу Wi-Fi, сервери), яке є джерелом електромагнітного випромінювання у різних частотних діапазонах. Основними джерелами є бездротові пристрої стандартів IEEE 802.11 (2.4 ГГц та 5 ГГц), а також імпульсні блоки живлення та високошвидкісні комутаційні інтерфейси Ethernet.

Згідно з сучасними науковими даними та нормами Міжнародної комісії із захисту від неіонізуючого випромінювання (ICNIRP), рівні випромінювання від Wi-Fi обладнання у навчальних закладах значно нижчі за гранично допустимі значення і не становлять доведеного шкідливого впливу при нормальній експлуатації. Водночас, при проектуванні мережі необхідно дотримуватись принципу мінімізації електромагнітного навантаження, особливо у приміщеннях з постійним перебуванням дітей.

Рівень впливу електромагнітних полів залежить від таких факторів, як потужність передавача, відстань до джерела випромінювання, щільність розміщення обладнання та тривалість перебування в зоні покриття. Найбільш інтенсивне випромінювання характерне для точок доступу Wi-Fi, однак воно є низькоенергетичним і швидко затухає з відстанню.

Для зниження впливу електромагнітних полів у навчальному закладі застосовуються такі інженерні та організаційні заходи:

- раціональне розміщення точок доступу Wi-Fi у центральних зонах приміщень з оптимальним радіусом покриття, що дозволяє використовувати мінімальну потужність передавача;

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						74
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- встановлення обладнання на висоті, недоступній для тривалого безпосереднього перебування учнів;
- використання екранованої витної пари (FTP або S/FTP) у магістральних ділянках мережі для зменшення паразитних наведень;
- організація кабельної інфраструктури відповідно до вимог мінімальних відстаней між силовими та інформаційними лініями;
- застосування металевих телекомунікаційних шаф із заземленням, які частково екранують електромагнітні випромінювання активного обладнання;
- налаштування режимів зниження потужності передавачів Wi-Fi та використання сучасних стандартів енергоефективної роботи (наприклад, Target Wake Time у Wi-Fi 6).

Додатково слід враховувати рекомендації Міністерства охорони здоров'я України щодо організації роботи з комп'ютерною технікою в навчальних закладах, які передбачають нормування часу роботи з електронними пристроями та раціональне розміщення робочих місць.

Таким чином, при правильному проектуванні та експлуатації локальної мережі рівень електромагнітного впливу на учнів є мінімальним і відповідає чинним санітарно-гігієнічним нормам. Комплекс технічних (екранування, заземлення, оптимізація потужності) та організаційних заходів забезпечує безпечні умови навчального процесу.

5.3 Забезпечення електробезпеки при прокладанні локальних мереж у шкільних навчальних кабінетах

Електробезпека під час проектування, монтажу та експлуатації структурованих кабельних систем у навчальних закладах є одним із ключових аспектів загальної безпеки освітнього середовища. У шкільних комп'ютерних кабінетах локальна мережа функціонує у безпосередній близькості до учнів та персоналу, що вимагає дотримання комплексу технічних і організаційних

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

заходів, спрямованих на виключення ураження електричним струмом, виникнення пожежних ситуацій та пошкодження обладнання.

Основними джерелами потенційної небезпеки у локальній мережі є активне мережеве обладнання (комутатори, маршрутизатори, точки доступу, сервери), блоки живлення, силові кабельні лінії, а також порушення правил прокладання слабкострумівих мереж. Незважаючи на те, що кабелі Ethernet (UTP/FTP категорії 5e) належать до слабкострумівих систем і не несуть небезпечної напруги, їх взаємодія з силовими мережами, неякісне заземлення обладнання або пошкодження ізоляції можуть створювати непрямі ризики.

При проектуванні мережі для Іванковецького ЗЗСО І–ІІ ст. передбачається використання структурованої кабельної системи на основі витої пари категорії 5e з організацією кабельних трас у кабель-каналах, телекомунікаційних лотках та гофрованих трубах. Це забезпечує фізичний захист кабелю від механічних пошкоджень та виключає його контакт із відкритими струмопровідними елементами. Особлива увага приділяється розділенню інформаційних та силових кабельних ліній. Відповідно до нормативних вимог, мінімальна відстань між ними повинна становити не менше 10–15 см при паралельному прокладанні, а у випадку перетину - під кутом 90 градусів для мінімізації електромагнітних наведень.

Усі активні мережеві пристрої повинні підключатися через сертифіковані джерела безперебійного живлення (ДБЖ), які забезпечують стабільну напругу та захист від імпульсних перенапруг. У нашому проєкті передбачається використання ДБЖ для комутаційної шафи, серверного обладнання (Dell PowerEdge R220 та Dell PowerEdge T30), а також центрального комутатора Ubiquiti ES-24-250W, що дозволяє уникнути аварійних режимів роботи обладнання при коливаннях електромережі.

Обов'язковим елементом електробезпеки є якісне заземлення всіх металевих конструкцій телекомунікаційної шафи та активного обладнання. Заземлення знижує ризик ураження електричним струмом при пробі ізоляції та

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		76

зменшує рівень електромагнітних завад у мережі. Крім того, правильна організація заземлення позитивно впливає на стабільність роботи Gigabit Ethernet-з'єднань та PoE-інфраструктури, яка використовується для живлення точок доступу Ubiquiti UniFi U6 Lite.

Під час монтажу мережі особливу увагу слід приділяти якості обтиску конекторів RJ-45, цілісності кабелю та відсутності перегинів, що перевищують допустимий радіус вигину (не менше чотирьох діаметрів кабелю). Порушення цих вимог може призводити до мікротріщин провідників, локального перегріву та деградації сигналу, що опосередковано впливає на безпеку та стабільність роботи системи.

У навчальних кабінетах забороняється прокладання кабелів у місцях можливого механічного навантаження (під рухомими меблями без захисту, у проходах без кабель-каналів, поблизу джерел тепла). Усі робочі місця повинні бути обладнані сертифікованими мережевими розетками з прихованим монтажем, що знижує ризик випадкового пошкодження кабелів та доступу до відкритих з'єднань.

Окремо слід відзначити вимоги до електроживлення серверного та комутаційного обладнання. Серверна частина мережі повинна бути підключена до окремої групи електроживлення із захистом автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення (ПЗВ). Це дозволяє локалізувати аварійні ситуації та запобігти їх поширенню на інші сегменти електромережі навчального закладу.

З точки зору організації експлуатації, персонал навчального закладу повинен проходити інструктаж з електробезпеки, який включає правила поводження з мережевим обладнанням, порядок підключення та відключення пристроїв, а також дії у випадку аварійних ситуацій. Учням забороняється самостійно втручатися в роботу телекомунікаційного обладнання або силових вузлів мережі.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						77
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таким чином, забезпечення електробезпеки при прокладанні локальної мережі в шкільних навчальних кабінетах базується на комплексному підході, який включає правильне проектування кабельної інфраструктури, використання захисних електротехнічних пристроїв, дотримання норм заземлення та організацію безпечної експлуатації. Реалізація цих заходів у межах проекту комп'ютерної мережі Іванковецького ЗЗСО І–ІІ ст. дозволяє забезпечити стабільну та безпечну роботу всієї мережевої інфраструктури при мінімальних ризиках для користувачів.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						78
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

Результатом виконання кваліфікаційної роботи є розроблений проєкт локальної комп'ютерної мережі закладу загальної середньої освіти. Під час проєктування було проведено аналіз структури навчального закладу, визначено потреби користувачів у мережевих сервісах та обґрунтовано вибір технічних рішень для побудови сучасної мережевої інфраструктури.

На основі проведеного аналізу розроблено логічну та фізичну структури мережі, що забезпечують ефективну взаємодію між робочими станціями, серверами та бездротовими клієнтами. Для організації мережі обрано змішану топологію, яка поєднує розширену зірку у провідному сегменті та комірчасту структуру бездротової мережі. Такий підхід забезпечує високу надійність, простоту адміністрування та можливість подальшого масштабування мережі.

У роботі виконано підбір мережевого обладнання, серверних платформ та програмного забезпечення. Як центральний комутатор використано Ubiquiti ES-24-250W, що забезпечує агрегацію мережевого трафіку та маршрутизацію між VLAN. Для підключення користувачів застосовано комутатори Ubiquiti UniFi Switch Lite 16, а бездротовий доступ реалізовано за допомогою точок доступу Ubiquiti UniFi U6 Lite. Функції файлового сервера покладено на сервер під керуванням операційної системи OpenMediaVault, а доступ до мережі Інтернет та міжмережевий захист реалізовано за допомогою програмного маршрутизатора MikroTik RouterOS.

Особливу увагу приділено питанням інформаційної безпеки. Для підвищення рівня захисту мережі впроваджено сегментацію на основі технології VLAN, налаштовано міжмережевий екран та розроблено правила контролю доступу між окремими мережевими сегментами. Запропоновані рішення дозволяють обмежити несанкціонований доступ до адміністративних та серверних ресурсів навчального закладу.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		79

У процесі виконання роботи розроблено рекомендації щодо монтажу структурованої кабельної системи, налаштування активного мережевого обладнання, тестування мережі та подальшого моніторингу її роботи. Також передбачено використання джерела безперебійного живлення для забезпечення стабільного функціонування критично важливих елементів мережевої інфраструктури.

В економічній частині роботи виконано розрахунок витрат на проектування, впровадження та введення мережі в експлуатацію. Результати розрахунків підтверджують економічну доцільність запропонованого рішення та можливість його практичної реалізації в умовах навчального закладу.

У розділі з охорони праці та безпеки життєдіяльності розглянуто основні вимоги щодо безпечної експлуатації комп'ютерної техніки, мережевого обладнання та організації робочих місць користувачів.

Отримані результати свідчать про те, що розроблений проєкт повністю відповідає поставленому завданню, забезпечує надійне функціонування локальної мережі школи, підтримує сучасні мережеві сервіси та створює основу для подальшого розвитку інформаційної інфраструктури навчального закладу.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		80

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Швиденко М.З., Матус Ю.В.. Технології комп'ютерних мереж. / Навч.-метод. посібник., Київ – Видавництво ООО “Береста”, - 2017.
2. Структуровані кабельні системи (СКС) – основи побудови мереж. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dou.ua/lenta/articles/network-infrastructure-basics/> (дата звернення: 05.05.2026).
3. Безпека комп'ютерних мереж. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Мережева_безпека (дата звернення: 25.05.2026).
4. Кабель витої пари категорії 5е. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вита_пара (дата звернення: 05.05.2026).
5. Ubiquiti UniFi Switch Lite 16 PoE – офіційна документація. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ui.com/switching> (дата звернення: 01.05.2026).
6. MikroTik RouterOS Documentation. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://help.mikrotik.com/> (дата звернення: 01.05.2026).
7. OpenMediaVault Documentation. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.openmediavault.org/> (дата звернення: 01.05.2026).
8. Ubiquiti UniFi Network – офіційна платформа керування. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ui.com/unifi> (дата звернення: 01.05.2026).
9. MikroTik RouterOS – офіційна документація. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://help.mikrotik.com/> (дата звернення: 01.05.2026).
10. Ubiquiti UniFi Switch Lite 16 – офіційна документація. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ui.com/switching> (дата звернення: 01.05.2026).
11. OpenMediaVault – офіційна документація. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.openmediavault.org> (дата звернення: 01.05.2026).
DOU – IT-спільнота України (мережеві технології, інфраструктура). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dou.ua/> (дата звернення: 01.05.2026).

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		81

12. ІТС.ua – український технічний портал (мережеве обладнання, огляди). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://itc.ua/> (дата звернення: 01.05.2026).

13. Habr / українські переклади статей з мережевих технологій. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://habr.com/ua/> (дата звернення: 01.05.2026).

14. Кабельні системи та СКС: основи побудови структурованих мереж. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dou.ua/lenta/articles/network-infrastructure-basics/> (дата звернення: 01.05.2026).

15. Інформаційна безпека комп'ютерних мереж (огляд). [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Мережева_безпека (дата звернення: 01.05.2026).

16. Витя пара та структуровані кабельні системи. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Витя_пара (дата звернення: 01.05.2026).

17. Налаштування Mikrotik. [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mstream.com.ua/plan-nastroyki-mikrotik-routers.html> /. Дата доступу: 1.05.2026.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		82

ДОДАТКИ

Додаток А. Таблиця IP-адрес

№ п/п	Ім'я вузла	IP-адреса	Маска	Шлюз	IP-адреса DNS
1.	S_1	10.10.8.1	255.255.255.0	10.10.8.25	10.10.8.253
		192.168.109.253			
2.	S_2	192.168.109.252	255.255.255.0	192.168.109.254	8.8.8.8
3.	WS_1	192.168.101.1	255.255.255.0	192.168.101.254	8.8.8.8
4.	WS_2	192.168.101.2	255.255.255.0	192.168.101.254	8.8.8.8
5.	WS_3	192.168.101.3	255.255.255.0	192.168.101.254	8.8.8.8
6.	WS_4	192.168.101.4	255.255.255.0	192.168.101.254	8.8.8.8
7.	WS_5	192.168.101.5	255.255.255.0	192.168.101.254	8.8.8.8
8.	WS_6	192.168.105.6	255.255.255.0	192.168.105.254	8.8.8.8
9.	WS_7	192.168.105.7	255.255.255.0	192.168.105.254	8.8.8.8
10.	WS_8	192.168.102.8	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
11.	WS_9	192.168.102.9	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
12.	WS_10	192.168.102.10	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
13.	WS_11	192.168.102.11	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
14.	WS_12	192.168.102.12	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
15.	WS_13	192.168.102.13	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
16.	WS_14	192.168.102.14	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
17.	WS_15	192.168.102.15	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
18.	WS_16	192.168.102.16	255.255.255.0	192.168.102.254	8.8.8.8
19.	WS_17	192.168.103.17	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
20.	WS_18	192.168.103.18	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
21.	WS_19	192.168.103.19	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
22.	WS_20	192.168.103.20	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
23.	WS_21	192.168.103.21	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
24.	WS_22	192.168.103.22	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
25.	WS_23	192.168.103.23	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8

26.	WS_24	192.168.103.24	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
27.	WS_25	192.168.104.1	255.255.255.0	192.168.104.254	8.8.8.8
28.	WS_26	192.168.105.26	255.255.255.0	192.168.105.254	8.8.8.8
29.	WS_27	192.168.105.27	255.255.255.0	192.168.103.254	8.8.8.8
30.	WS_28	192.168.106.28	255.255.255.0	192.168.106.254	8.8.8.8
31.	WS_29	192.168.107.29	255.255.255.0	192.168.107.254	8.8.8.8
32.	WS_30	192.168.108.30	255.255.255.0	192.168.108.254	8.8.8.8
33.	WS_31	192.168.105.31	255.255.255.0	192.168.105.254	8.8.8.8
34.	WS_32	192.168.105.32	255.255.255.0	192.168.105.254	8.8.8.8
35.	SW_1	192.168.1.201	255.255.255.0	-	-
36.	SW_2	192.168.1.202	255.255.255.0	-	-
37.	SW_3	192.168.1.203	255.255.255.0	-	-
38.	SW_4	192.168.1.204	255.255.255.0	-	-
39.	AP_1	192.168.110.1	255.255.255.0	192.168.110.254	8.8.8.8
40.	AP_2	192.168.110.2	255.255.255.0	192.168.110.254	8.8.8.8
41.	AP_3	192.168.110.3	255.255.255.0	192.168.110.254	8.8.8.8

Додаток Б. Поділ на віртуальні підмережі

Таблиця Б1 - Логічна адресація ЛОМ

Діапазон позначення вузлів	К-сть вузлів	Приміщення	Назва кабінету	Номер VLAN	Адреса підмережі/ Маска
WS_1-WS_5, SW_1	8	-	1 поверх	101	192.168.101.0/24
WS_6-WS_7	2	-	Навчальний кабінет	105	192.168.105.0/24
WS_8-WS_16, SW_2	9	-	Кабінет інформатики	102	192.168.102.0/24
WS_17-WS_24, SW_4,	8	-	Кабінет іноземних мов	103	192.168.103.0/24
WS_25	1	-	Зав. лаб.	104	192.168.104.0/24
WS_26	1	-	Навчальний кабінет	105	192.168.105.0/24
WS_27	1	-	Навчальний кабінет	105	192.168.105.0/24
WS_28	1	-	Секретар	106	192.168.106.0/24
WS_29	1	-	Завуч	107	192.168.108.0/24
WS_30	1	-	Директор	108	192.168.108.0/24
WS_31	1	-	Навчальний кабінет	105	192.168.105.0/24
WS_32	1	-	Навчальний кабінет	105	192.168.105.0/24
AP_1, AP_2, AP_3	-	-	-	110	192.168.110.0/24
S_1, S_2, SW_3	3	-	Серверна	109	192.168.109.0/24

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						85
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця Б2 – Таблиця конфігурування VLAN

№ п/п	Позначення вузла	Номер порту	Тип порту	Назва пристрою	Номер порту	Тип порту	Номер VLAN
1	WS_1-WS_5	Eth0	-	SW_1	1-5	Access	101
2	WS_6,WS_7	Eth0	-	SW_3	6,7	Access	105
2	WS_8-WS_16	Eth0	-	SW_2	1-9	Access	102
3	WS_17-WS_24	Eth0	-	SW_4	1-8	Access	103
4	WS_25	Eth0	-	SW_3	14	Access	104
5	WS_26-WS_27, WS_31-WS_32,	Eth0	-	SW_5	2-5	Access	105
6	WS_28	Eth0	-	SW_5	8	Access	106
7	WS_29	Eth0	-	SW_5	9	Access	107
8	WS_30	Eth0	-	SW_5	10	Access	108
7	AP_1	WAN	-	SW_3	21	Access	110
8	AP_2	WAN	-	SW_3	22	Access	110
9	AP_3	WAN	-	SW_3	20	Access	110
10	SW_1	1	Trunk	SW_3	11	Trunk	-
11	SW_2	1	Trunk	SW_3	12	Trunk	-
12	SW_4	1	Trunk	SW_3	13	Trunk	-
13	SW_5	1	Trunk	SW_3	14	Trunk	-
14	S_1, S_2	1	Trunk	SW_3	23,24	Trunk	109

Додаток В. Порівняльні таблиці обладнання

Таблиця В1 – Порівняльний аналіз технічних показників комутаторів

Виробник - характеристика	Ubiquiti ES-24-250W	Cisco Catalyst 3750-24G	HP 2910-24G
1	2	3	4
Швидкість комутації, млн. пакетів/с	38,7	42	38
Пропускна здатність, Гбіт/с	52	56	48
К-сть портів 10/100/1000	24 основних,	24 основних, 4 додаткових	20 основних, 4 додаткових, підтримка 10GE
Підтримка функцій 3-го рівня моделі OSI	1. Статична маршрутизація. 2. Динамічна маршрутизація. 3. Списки фільтрування	1. Статична маршрутизація. 2. Динамічна маршрутизація. 3. Списки фільтрування	1. Статична маршрутизація. 2. RIP. 3. Списки фільтрування тарфіку.
Підтримка IEEE 802.1Q	Так	Так	Так

Таблиця В4 - Технічні характеристики мережевого масиву даних

	Dell PowerEdge T30	HPE MicroServer Gen10 Plus	Dell PowerEdge T40
1	2	3	4
Форм-фактор	Mini Tower	MicroServer	Tower
CPU	Intel XeonE3	Intel Xeon E	Intel Xeon E-2224
RAM	До 64 Гб	До 32 Гб ECC	До 64 Гб ECC
Диски	4–6 SATA	4× SATA	4× SATA
RAID	програмний / RST	ПЗ	апаратний RAID
Призначення	SMB файловий сервер	NAS / SMB	SMB / VM сервер
Надійність 24/7	висока	дуже висока	дуже висока
Енергоспоживання	середнє	низьке	середнє
Приблизна ціна (без дисків)	20 000 – 25 000 грн	35 000 – 45 000 грн	25 000 – 40 000 грн

Ключовою перевагою є також повна інтеграція в екосистему UniFi, що дозволяє централізовано керувати всіма точками доступу через UniFi Controller разом із комутаторами та політиками VLAN. Це значно спрощує адміністрування мережі школи, особливо при сегментації трафіку між класами, адміністрацією та серверними ресурсами.

У порівнянні з TP-Link Omada, який також має централізоване керування, UniFi забезпечує більш стабільний роумінг та простішу масштабованість у межах однієї інфраструктури. Aruba Instant On, хоча й є простим у налаштуванні, орієнтований переважно на малий бізнес і має обмежену гнучкість при побудові складних VLAN-структур.

Таким чином, UniFi 6 Lite є оптимальним вибором для освітнього середовища, де важливі стабільність, централізоване керування та здатність витримувати високу щільність користувачів.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		92

Додаток Г. Технічні характеристики Ubiquiti UniFi Switch Lite 16

- Тип пристрою: керований комутатор рівня L2 (Layer 2)
- Кількість портів: 16 × Gigabit Ethernet (10/100/1000 Мбіт/с) з них:
 - 8 портів підтримують PoE+ (802.3af/at)
 - 8 портів - стандартні Ethernet
- Пропускна здатність:
 - комутаційна матриця: 16 Гбіт/с
 - продуктивність пересилання пакетів: ~23.8 Mpps
- PoE характеристики:
 - стандарт: IEEE 802.3af / 802.3at
 - максимальна потужність на порт: до 30 Вт
 - сумарний PoE-бюджет: 45 Вт
- Таблиця MAC-адрес: до ~8000 записів
- Живлення: вбудований блок живлення
 - вхідна напруга: 100–240 В AC
 - максимальне споживання: близько 15 Вт
- Охолодження: пасивне (fanless, без вентиляторів)
- Комутатор підтримує типові функції рівня доступу (access layer):
 - VLAN (IEEE 802.1Q)
 - Trunk та Access порти
 - STP / RSTP (захист від петель)
 - QoS (пріоритезація трафіку)
 - Port isolation
 - Link aggregation (LACP)
 - ACL (контроль доступу)
- Управління здійснюється через:
 - UniFi Network Controller (централізовано)
 - web-інтерфейс або мобільний додаток

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		93

Додаток Д. Технічні характеристики точок доступу (безпроводного маршрутизатора) Ubiquiti UniFi U6 Lite

- 2x2 високопродуктивний Wi-Fi 6;
- Діапазон 5 ГГц 2x2 MU-MIMO і OFDMA зі швидкістю передачі 1,2 Гбіт / с.;
- Смуга пропускання 2,4 ГГц 2x2 MIMO зі швидкістю передачі даних 300 Мбіт / с.;
- Gigabit Ethernet, живлення від 802.3af PoE (інжектор PoE в комплект не входить);
- Сумісність з кришками UAP-nanoHD і втопленим монтажним кронштейном;
- Розміщення - стеля;
- Порти Gigabit 1;
- Роз'єми – 1 RJ-45;
- Робоча частота бездротового сигналу, ГГц -2.4 / 5;
- Бездротові стандарти - 802.11ax, 802.11ac, 802.11a, 802.11n, 802.11g, 802.11b;
- Одночасна робота у двох діапазонах - є;
- Ширина радіоканалу, МГц 20, 40, 80, 160;
- Конструкція антен Вбудована всенаправлена антена;
- MIMO в 2.4 GHz 2x2;
- MIMO в 5 ГГц 2x2;
- Вихідна потужність передавача на частоті 2.4 ГГц, дБм 23;
- Вихідна потужність передавача на частоті 5 ГГц, дБм 23;
- Коефіцієнт посилення антени Wi-Fi 3 дБі для 5 ГГц;
- Коефіцієнт посилення антени Wi-Fi 2.8 дБі для 2,4 ГГц;
- Діаграма спрямованості антени, ° 360;
- Дальність зв'язку до 100 метрів;

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						94
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Максимальна сумарна швидкість бездротового з'єднання, Мбіт / с
1500;
- Підтримка декількох бездротових мереж MultiSSID;
- Управління пристроєм UniFi Controller / SSH / Mobile App;
- Операційна система UniFi Controller based;
- Підтримка протоколу IPv6;
- Підтримка безшовного Wi-Fi роумінгує;
- Живлення PoE in (адаптер не йде в комплекті).
- Стандарт живлення PoE 802.3at PoE;
- Допустимий діапазон напруги 44-57 В;
- Стандарт живлення PoE Passive PoE;
- Процесор MIPS 1004 KEc 880MHz;
- Робоча температура, ° C -30 – 60;
- Споживана потужність, Вт 12;
- Розміри, мм 160 * 33 * 160.

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		95

Додаток Е. Лістинг правил файрволу для фільтрації трафіку

```
/ip firewall filter
add action=accept chain=input \
comment="accept established & related" \
connection-state=established,related
add action=drop chain=input \
comment="drop invalid" \
connection-state=invalid
add action=accept chain=input \
comment="accept ICMP" \
protocol=icmp
add action=drop chain=input \
comment="drop all not from LAN" \
in-interface=!bridge1-lan
add action=accept chain=forward \
comment="accept established,related" \
connection-state=established,related
add action=drop chain=forward \
comment="drop invalid" \
connection-state=invalid
add action=drop chain=forward \
comment="drop all from WAN to LAN" \
connection-nat-state=!dstnat \
connection-state=new \
in-interface=ether1-wan
add action=accept chain=forward \
comment="accept http & https from LAN" \
dst-port=80,443 \
```

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		96

```

in-interface=bridge1-lan \
out-interface=ether1-wan \
protocol=tcp
add action=accept chain=forward \
comment="accept DNS from LAN" \
dst-port=53 \
in-interface=bridge1-lan \
out-interface=ether1-wan \
protocol=udp
add action=drop chain=forward \
comment="drop all from LAN to WAN" \
in-interface=bridge1-lan \
out-interface=ether1-wan

```

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		97

Додаток Є. Лістинг скрипта для обмеження трафіку між підмережами

ip firewall filter

```
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.101.0/24 dst-address=192.168.106.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.101.0/24 dst-address=192.168.107.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.101.0/24 dst-address=192.168.108.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.101.0/24 dst-address=192.168.109.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.102.0/24 dst-address=192.168.106.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.102.0/24 dst-address=192.168.107.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.102.0/24 dst-address=192.168.108.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.102.0/24 dst-address=192.168.109.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.103.0/24 dst-address=192.168.106.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.103.0/24 dst-address=192.168.107.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.103.0/24 dst-address=192.168.108.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.103.0/24 dst-address=192.168.109.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.105.0/24 dst-address=192.168.106.0/24
```

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		98

```
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.105.0/24 dst-address=192.168.107.0/24  
add chain=forward action=drop \  
src-address=192.168.105.0/24 dst-address=192.168.108.0/24  
add chain=forward action=drop \  

```

					<i>2026.KBP.123.406.08.00.00 ПЗ</i>	Арк
						99
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		