

Міністерство освіти і науки України
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ПЕРВОМАЙСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ»
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Відділення «Інформаційних технологій»
Комп'ютерних технологій
(циклова комісія)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту
фаховий молодший бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Модернізація комп'ютерної мережі ВСП ПФК НУК (апара-
тна частина)»

Виконав: студент 4 курсу, групи 411-КІ-20
спеціальності
123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Коморнік Ф. В.
(прізвище та ініціали)
Керівник Бойко Д.А.
(прізвище та ініціали)
Рецензент Бесараб І. С.
(прізвище та ініціали)

Первомайськ - 2024 року

ЗМІСТ

Вступ	3
1 Характеристика локальної мережі та аналіз вимог модернізації	5
1.1 Аналіз стану локальної мережі	5
1.2 Аналіз підстав для проведення модернізації локальної мережі	8
2 Вибір обладнання для модернізації	12
2.1 Вибір головного шлюзу	12
2.2 Вибір кореневого комутатору	17
2.3 Вибір поверхового комутатору	21
2.4 Вибір обладнання для створення серверу та мережевого сховища	24
2.5 Схема модернізованої мережі	28
3 Охорона праці	29
3.1 Аналіз умов праці	29
3.2 Ергономічні вимоги до організації робочих місць	30
3.3 Розрахунок засобів кондиціювання повітря виробничого приміщення	30
3.4 Розрахунок штучного освітлення	32
3.5 Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників	33
Висновок	34
Література	35

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ				
Змін	Лист	№ документа.	Підпис	Дата					
Розробив.	Коморнік Ф.В.				«Модернізація комп'ютерної мережі ВСП ПФК НУК (апаратна частина)»	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Бойко Д.А.						2	35	
Н. Контр.	Ткаченко Т.І.					ВСП ПФК НУК 411-КІ			
Рецензент.	Бесараб І.С.								
Затвердив	Островська І.О.								

ВСТУП

В сучасному світі, де інформація стає все більш доступною, роль мережі Інтернет в освіті складно переоцінити. Інтернет надає безліч можливостей для вдосконалення навчального процесу, роблячи його більш динамічним, цікавим та ефективним.

За допомогою мережі інтернет покращуються наступні компоненти освітнього процесу:

1. Доступ до інформації. Інтернет відкриває доступ до безмежних джерел інформації, що дозволяє студентам вивчати будь-яку тему, що їх цікавить. Це дає можливість вийти за межі підручників та навчальних програм, знаходити актуальні дані, різні точки зору та поглиблювати свої знання.

2. Інтерактивність. Завдяки Інтернету навчання стає більш інтерактивним. Студенти можуть брати участь в онлайн-дискусіях, форумах, вікторинах, тестуваннях, що робить процес навчання більш захоплюючим та сприяє кращому засвоєнню матеріалу.

3. Дистанційне навчання. Інтернет робить можливим дистанційне навчання, що дає доступ до освіти людям, які живуть у віддалених місцях, мають обмежену мобільність або не можуть відвідувати навчальний заклад за традиційною формою навчання.

4. Нові методи навчання. Інтернет сприяє появі нових методів навчання, таких як електронні навчальні курси, онлайн-заняття, вебінари, гейміфікація навчання тощо. Ці методи роблять навчання більш цікавим та динамічним, а також допомагають краще засвоїти матеріал.

5. Розвиток навичок 21 століття. Інтернет допомагає розвивати навички, які є необхідними в сучасному світі, такі як критичне мислення, навички роботи з інформацією, комунікативні навички, навички вирішення проблем та співпраці.

6. Спілкування та співпраця. Інтернет надає можливості для спілкування та співпраці з студентами, вчителями та експертами з різних країн світу. Це

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомагає розширити кругозір, поглянути на проблеми з різних точок зору та навчитися працювати в команді.

Звичайно, використання Інтернету в освіті має й свої виклики:

1. Доступність: Не всі студенти мають однаковий доступ до Інтернету та комп'ютерів, що може призвести до нерівності в освіті.

2. Інформаційна безпека: Важливо вчити студентів безпечного та відповідального використання Інтернету, щоб уникнути кібербулінгу, онлайн-шахрайства та іншого шкідливого контенту.

3. Цифрова грамотність: Студентам необхідно розвивати навички цифрової грамотності, щоб вони могли критично оцінювати інформацію, яку знаходять в Інтернеті, та відрізнити правдиву інформацію від фейків.

Незважаючи на ці виклики, переваги використання Інтернету в освіті значно переважають. Інтернет має потенціал революціонізувати освіту, зробити її більш доступною, цікавою та ефективною для всіх.

Важливо, щоб педагоги та адміністрації навчальних закладів правильно використовували можливості Інтернету, щоб створити сприятливе середовище для навчання, де студенти можуть розвивати свої знання, навички та компетенції, необхідні для успіху в 21 столітті.

Мета дипломного проєктування – модернізація апаратної частини локальної мережі для ВСП ПФК НУК.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ТА АНАЛІЗ ВИМОГ МОДЕРНІЗАЦІЇ

1.1 Аналіз стану локальної мережі

Локальна мережа Первомайського коледжу має просту структуру та складається з декількох рівнів (рис. 1.1):

1. На першому рівні знаходиться головний шлюз, його роль виконує Wi-Fi роутер MikroTik hAP lite (рис. 1.2), його характеристики наведено в таблиці 1.1. Виробник визначає свій пристрій як: «MikroTik Hap Lite – ідеальний невеликий пристрій для квартири, будинку чи офісу. Пристрій оснащений багатофункціональною операційною системою RouterOS рівня 4 з усіма її можливостями: брандмауер, контроль доступу користувачів та ліміт пропускну здатності». Шлюз під'єднано до мережі провайдера та до локальної мережі коледжу.

2. На другому рівні знаходиться кореневий комутатор, його роль виконує D-Link DES-1024D 24port 10/100BaseTX RM (рис. 1.3). Його характеристики наведено в таблиці 1.2. Кореневий комутатор під'єднано до головного шлюзу, до кореневого комутатора під'єднані поверхові комутатори.

3. На третьому рівні знаходяться поверхові комутатори, роль яких також виконують D-Link DES-1024D 24port 10/100BaseTX RM. До поверхових комутаторів під'єднуються комутатори та маршрутизатори навчальних аудиторій, кабінетів та бездротові точки доступу.

4. На четвертому рівні знаходяться кінцеві мережеві пристрої: аудиторні комутатори, маршрутизатори та бездротові точки доступу. Четвертий рівень представлений різноманіттям моделей різних виробників, але в основному це пристрої побутового рівня.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

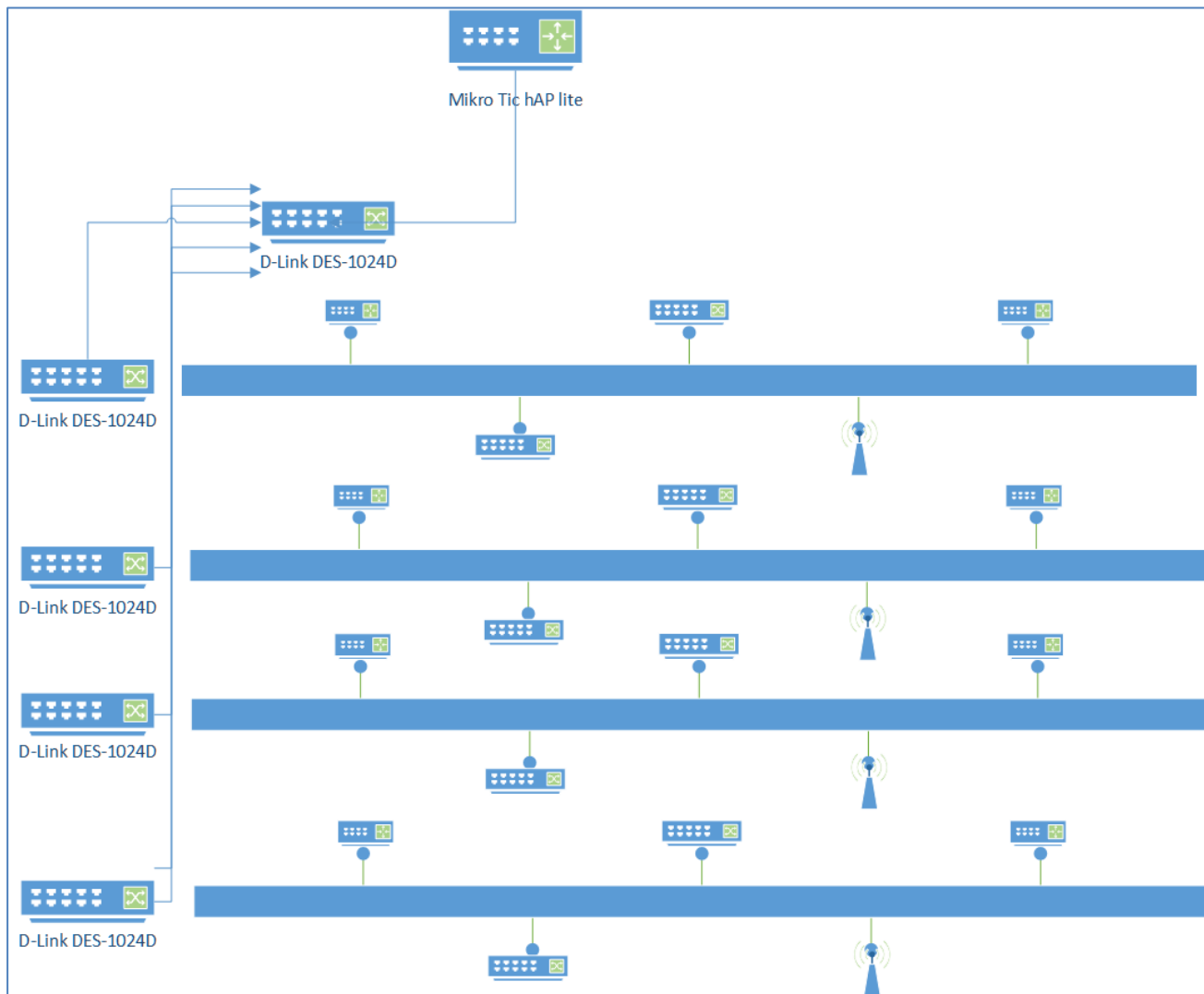


Рисунок 1.1 Структурна схема локальної мережі до модернізації



Рисунок 1.2 Wi-Fi роутер MikroTik hAP lite

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Таблиця 1.1 Характеристики Wi-Fi роутеру MikroTik hAP lite

Order code	RB941-2nD
CPU	QCA9533 650MHz CPU
Memory	32MB DDR RAM
Ethernet	4x 10/100 Mbit/s Ethernet with Auto-MDI/X
Wireless cards	Onboard dual chain 2.4GHz 802.11b/g/n QCA9533 wireless module; 10kV ESD protection on each RF port, WPS support via button
Extras	Reset switch
LEDs	Power LED, 4x Ethernet LED, user LED
Power input	Packaged with 5V DC 0.7A power adapter
Dimensions	113x89x28mm
Max consumption	3W at 5V
Operating Temp	-20C .. +70C tested
OS	MikroTik RouterOS, Level 4 license (AP support)



Рисунок 1.3 D-Link DES-1024D 24port 10/100BaseTX RM

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 Характеристики D-Link DES-1024D 24port 10/100BaseTX RM

Порти	100 Мбіт/с
Тип комутатора	Некерований
Кількість портів RJ45	24
Мережеві інтерфейси	24 порти 10/100Base-TX
Відповідність мережевим стандартам	IEEE 802.3 10Base-T IEEE 802.3u 100Base-TX IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet Управління потоком IEEE 802.3x Автоматичне визначення MDI/MDIX на всіх портах Автоматичне узгодження швидкості и режиму дуплекса IEEE 802.1p QoS (4 черги) Підтримка режимів полу-/повного дуплекса для швидкості 10/100 Мбіт/с
Комутаційна матриця	4,8 Гбіт/с
Внутрішня пропускна здатність	3,57 Mpps
Таблиця MAC адрес	8К записів
Буфер пам'яті пакетів	256 КБ
Jumbo-фрейм	2 КБ
Системні характеристики	Процесор RTL8324E-CG
Сертифікація	CE, FCC, ICES-003, BSMI, RCM, CCC, VCCI, cUL, CB, LVD

1.2 Аналіз підстав для проведення модернізації локальної мережі

Кількість користувачів мережею інтернет в Первомайському коледжі збільшується кожного року. Це пов'язано: по-перше зі збільшенням кількості студентів, які мають пристрої, що постійно підключенні до мережі; по-друге структура

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навчального процесу постійно змінюється у бік збільшення використання мережевих ресурсів під час проведення занять; по-третє офлайнові сховища все частіше замінюються онлайновими.

Всі ці події вимагають збільшення ширини каналу, за яким локальна мережа Первомайського коледжу під'єднана до мережі Інтернет. Першим чинником, що спонукає до модернізації, є швидкість інтернет з'єднання. Збільшення ширини каналу пов'язана зі зміною технології організації локальної мережі. Необхідно здійснити перехід від технології Fast Ethernet до технології Gigabit Ethernet.

Технології Fast Ethernet і Gigabit Ethernet є стандартами мережевих з'єднань, які визначають швидкість передачі даних і технічні характеристики для мереж Ethernet. Ось ключові відмінності між ними:

1. Швидкість передачі даних:

– Fast Ethernet: Максимальна швидкість передачі даних становить 100 мегабіт на секунду (Мбіт/с).

– Gigabit Ethernet: Максимальна швидкість передачі даних становить 1000 мегабіт на секунду (Гбіт/с), що в 10 разів швидше за Fast Ethernet.

2. Фізичні середовища та кабелі:

– Fast Ethernet: Працює з кабелями категорії 5 (Cat5) або вище (Cat5e, Cat6). Підтримує як мідні (UTP/STP) кабелі, так і оптичні волокна.

– Gigabit Ethernet: Вимагає кабелі категорії 5e або вище для мідних з'єднань (Cat5e, Cat6, Cat6a, Cat7). Також підтримує оптичні волокна для довших з'єднань.

3. Застосування:

– Fast Ethernet: Зазвичай використовується в невеликих офісах і домашніх мережах, де потреби в пропускній здатності не є дуже високими.

– Gigabit Ethernet: Переважно використовується в корпоративних мережах, центрах обробки даних і інших середовищах, де необхідна висока пропускна здатність для передачі великих обсягів даних.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

4. Стандарти:

- Fast Ethernet: Стандарт визначений у специфікації IEEE 802.3u.
- Gigabit Ethernet: Стандарт визначений у специфікації IEEE 802.3ab (для мідних кабелів) та IEEE 802.3z (для оптичних кабелів).

5. Затримка та ефективність:

- Fast Ethernet: Менш ефективний при передачі великих обсягів даних, має більшу затримку порівняно з Gigabit Ethernet.
- Gigabit Ethernet: Пропонує меншу затримку та більшу ефективність, особливо важливу для вимогливих до затримки додатків, таких як відеоконференції та високошвидкісний обмін даними.

6. Сумісність:

- Fast Ethernet: сумісний з обладнанням 10Base-T.
- Gigabit Ethernet: не сумісний з обладнанням 10Base-T, але може використовуватися з обладнанням Fast Ethernet.

7. Додаткові фактори:

- Режим дуплексу: Gigabit Ethernet зазвичай підтримує як повнодуплексний, так і напівдуплексний режими, тоді як Fast Ethernet може працювати лише в напівдуплексному режимі. Повнодуплексний режим дозволяє одночасну передачу та прийом даних, що значно збільшує пропускну здатність.
- Тип кабелю: для обох технологій можна використовувати різні типи кабелів, включаючи мідну кручену пару та оптоволокно. Вибір кабелю залежить від необхідної швидкості, відстані та бюджету.

Отже, основна відмінність між Fast Ethernet та Gigabit Ethernet полягає в швидкості передачі даних, де Gigabit Ethernet забезпечує значно вищу швидкість та ефективність, що робить його кращим вибором для більш вимогливих мережевих середовищ.

Другим чинником, якій спонукає до модернізації, є необхідність розширення функціональності локальної мережі та набуття нових мережевих інструментів. Для відповідності сучасним вимогам до закладів передвищої фахової освіти

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Первомайський коледж повинен мати відповідні мережеві ресурси, а саме: сайт навчального закладу та репозитарій. Наявність власного мережевого сховища, яке організовано власними силами та на власних апаратних потужностях підвищує надійність збереження інформації. Вміст деяких навчальних дисциплін вимагає наявності у студентів доступу до мережевого сховища для розташування на ньому навчальних проєктів.

Третім чинником, що спонукає до модернізації, є вимога підвищення безпеки зберігання даних та доступу до ресурсів в умовах війни. Велика кількість мережевих атак на українські державні та недержавні установи змушує підвищувати рівень заходів безпеки, частина цих заходів пов'язана зі зміною апаратного забезпечення.

Підсумовуючи вимоги до модернізованої мережі робимо висновок – майбутня мережа повинна будуватись на стандарті Gigabit Ethernet, мати апаратні пристрої, що дозволять реалізувати розміщення мережевих ресурсів на власних апаратних потужностях та будуть підтримувати підвищені стандарти безпеки.

Обмеженням в плануванні проведення модернізації є відсутність у ВСП ПФК НУК належних фінансових ресурсів. Тому, враховуючи цей фактор, модернізація:

- буде проходити в два етапи: на першому етапі пропонується провести заміну апаратного забезпечення на першому, другому та третьому рівні існуючої мережі, а заміну мережевих пристроїв четвертого рівня відтермінувати;
- придбання нового апаратного забезпечення буде проводитися з максимальним залученням спонсорської допомоги;
- для модернізації шляхом заміни старих пристроїв необхідно придбати мережевий пристрій, що буде виконувати роль головного шлюзу, кореневий комутатор та поверхові комутатори (всі пристрої стандарту Gigabit Ethernet);
- для модернізації шляхом додавання нових необхідно придбати обладнання на якому буде можливість організувати розгортання серверів та мережевих сховищ.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ

2.1 Вибір головного шлюзу

Під час вибору пристрою, який буде відігравати роль головного шлюзу є два вирішальних параметра – наявність складної операційної системи та ціна.

Операційна система в маршрутизаторі є важливою з кількох причин:

1. Управління та конфігурація: Операційна система дозволяє адмініструвати та налаштовувати маршрутизатор, керуючи його різними функціями, такими як налаштування мережевих інтерфейсів, маршрутизація трафіку, контроль доступу тощо.

2. Обробка і маршрутизація трафіку: Операційна система забезпечує алгоритми і механізми для ефективного обробки та перенаправлення мережевого трафіку, включаючи вибір оптимальних шляхів для передачі даних.

3. Безпека: Вбудована операційна система дозволяє реалізувати різноманітні механізми безпеки, такі як фільтрація пакетів, встановлення правил міжмережевого екрану (firewall), VPN (віртуальні приватні мережі) та інші засоби захисту від несанкціонованого доступу.

4. Мережеві сервіси: Операційна система забезпечує підтримку різних мережевих сервісів, таких як DHCP (протокол динамічної конфігурації хостів), DNS (система доменних імен), NAT (трансляція мережевих адрес) та інших.

5. Моніторинг та діагностика: Операційна система дозволяє здійснювати моніторинг мережевого трафіку, збір статистики, логування подій та діагностику проблем, що допомагає в управлінні мережею та вирішенні можливих збоїв.

6. Оновлення та підтримка: Операційна система дозволяє оновлювати програмне забезпечення маршрутизатора для покращення його функцій, виправлення помилок та підвищення безпеки.

7. Інтеграція з іншими системами: Операційна система маршрутизатора може забезпечувати інтеграцію з іншими мережевими та системними

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

інструментами, такими як системи управління мережею (NMS), системи виявлення вторгнень (IDS/IPS) та інші засоби управління IT-інфраструктурою.

Таким чином, наявність операційної системи в маршрутизаторі дозволяє забезпечити його надійну, безпечну і гнучку роботу, що є ключовим для ефективного управління та функціонування мережі.

Найбільш відомі операційні системи які використовуються в маршрутизаторах:

1. Cisco IOS .Cisco IOS (спочатку міжмережева операційна система) – це сімейство програмного забезпечення, що використовується на більшості маршрутизаторів Cisco Systems та мережевих комутаторах Cisco. (Раніше комутатори працювали під управлінням CatOS.) IOS являє собою пакет функцій маршрутизації, комутації, міжмережевої взаємодії та телекомунікації, інтегрованих в багатозадачну операційну систему.

2. MikroTik RouterOS. MikroTik RouterOS – це операційна система, розроблена компанією MikroTik для управління мережевими маршрутизаторами та іншими мережевими пристроями. Вона відома своєю функціональністю, гнучкістю та відносно низькою вартістю.

3. Junos OS. Junos OS (більш формально Juniper Network Operating System) – це операційна система на базі FreeBSD, що використовується в апаратних маршрутизаторах Juniper Networks. Це операційна система, яка використовується в пристроях маршрутизації, комутації та безпеки Juniper. Juniper пропонує партнерам і клієнтам комплект для розробки програмного забезпечення (SDK) для додаткового налаштування. Найбільшим конкурентом Junos є iOS від Cisco Systems.

Операційна система Junos раніше називалася Juniper Junos, і зазвичай називається просто Junos, хоча це загальна назва бренду Juniper Networks, включаючи інші лінійки продуктів, такі як Junos Fusion.

4. securityrouter.org. Проект securityrouter.org – це мережева операційна система та дистрибутив програмного забезпечення на основі OpenBSD, основною відмінністю якого є єдиний відкритий текстовий конфігураційний файл,

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

керований версіями, з м'якою реконфігурацією (атомними комітами), що редагується з CLI та веб-інтерфейсу та документованої архітектури безпеки.

Загалом, це платформа маршрутизації з функціями безпеки та VPN. Вона призначена для заміни пропрієтарних рішень, таких як Cisco iOS і Juniper Junos.

Серед мережевого обладнання, що представлено в Україні присутні маршрутизатори фірм Cisco та MikroTik. Вибір маршрутизатора, а не персонального комп'ютера в якості головного шлюзу обумовлюється меншим енергоспоживанням, більшою надійністю та меншою вартістю мережевих інтерфейсів.

Якщо порівняти за ціною виробу від Cisco і MikroTik, вибір є очевидним.

Серед моделей представлених в Україні, по співвідношенню ціни до наявних можливостей, найбільш вдалим вибором є Wi-Fi роутер MikroTik hAP ac2 (рис. 2.1). Його характеристика наведена в таблиці 2.1.



Рисунок 2.1 Wi-Fi роутер MikroTik hAP ac2

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 2.1 Характеристика Wi-Fi роутеру MikroTik hAP ac2

Product code	RBD52G-5HacD2HnD-TC (International) RBD52G-5HacD2HnD-TC-US (USA)	
CPU	IPQ-4018 716 MHz	
CPU core count	4	
Size of RAM	128 MB	
Storage type	Flash	
Storage size	16 MB	
10/100/1000 Ethernet ports	5	
Wireless bands	5 GHz radio	2.4 GHz radio
Wireless regulations	Specific frequency range may be limited by country regulations	
Operating frequency	International	5150 - 5875 MHz
	International	2412 - 2484 MHz
	USA	5170 - 5250 MHz
	USA	2412 - 2462 MHz
		5725 - 5835 MHz
Protocols	802.11a/n/ac	802.11b/g/n
Chains	Dual-chain	Dual-chain
Antenna gain	2.5 dBi	2.5 dBi
Wireless chip model	IPQ-4018	IPQ-4018
Antenna beam width	360°	
PoE in	Yes (18 - 28 V)	
Supported input voltage	12 V - 30 V (Jack or Passive PoE)	
Operating temperature	-40°C .. +50°C	
Extras	USB 2.0 Type A full size port, 1 A	
Dimensions	34 x 119 x 98mm	
License level	4	
Operating System	RouterOS	
Max Power consumption	15 W	

Обираючи маршрутизатор від MikroTik, крім характеристик пристрою необхідно пам'ятати про можливості RouterOS.

Характеристики RouterOS:

1. Підтримка різноманітного апаратного забезпечення: RouterOS може працювати на апаратних платформах MikroTik (наприклад, серія маршрутизаторів RouterBOARD) та на загальних x86-системах.

2. Маршрутизація та управління трафіком:

- Підтримка протоколів маршрутизації: OSPF, BGP, RIP.
- Статична маршрутизація.
- Маршрутизація на основі політик (Policy-based Routing).

3. Бездротові мережі:

- Підтримка різних стандартів Wi-Fi (802.11a/b/g/n/ac).
- Управління точками доступу та клієнтами.
- Mesh-мережі та ретранслятори (repeater).

4. Безпека:

- Вбудований firewall з фільтрацією пакетів.
- VPN-сервери та клієнти: PPTP, L2TP, IPsec, OpenVPN.
- Контроль доступу на основі IP-адрес та портів.

5. QoS (Якість обслуговування):

- Управління трафіком за допомогою черг (Queue).
- Формування та контроль трафіку (Traffic shaping).

6. Мережеві сервіси:

- DHCP-сервер і клієнт.
- DNS-кешуючий сервер.
- NAT (трансляція мережевих адрес).

7. Моніторинг та управління:

- Інтерфейс командного рядка (CLI), веб-інтерфейс (WebFig), графічний інтерфейс (WinBox).
- Підтримка SNMP для моніторингу мережі.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- Логування подій та аудит.

8. Скрипти та автоматизація:

- Підтримка скриптів для автоматизації завдань.
- Можливість написання складних сценаріїв для управління мережею.

9. Резервування та відновлення:

- Підтримка різних методів резервування, включаючи VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol).
- Зручні інструменти для резервного копіювання та відновлення конфігурацій.

10. Масштабованість:

- Можливість використання як в малих офісах, так і в великих корпоративних мережах.
- Висока продуктивність та підтримка великих обсягів трафіку.

Ці характеристики роблять MikroTik RouterOS потужним інструментом для різноманітних мережевих завдань, дозволяючи гнучко налаштовувати та управляти мережевою інфраструктурою.

Таким чином обираючи Wi-Fi роутер MikroTik hAP ac2 в якості головного шлюзу, Первомайський коледж закриває поточні потреби модернізації на 1-му рівні організації локальної мережі.

2.2 Вибір кореневого комутатора

Обираючи кореневий комутатор, через який буде проходити основний трафік, необхідно визначитись з типом комутатора.

Комутатори є ключовими компонентами в мережевій інфраструктурі, і їх можна класифікувати як керовані (managed) та некеровані (unmanaged). Основні відмінності між цими типами комутаторів полягають у функціональних можливостях, рівні контролю та вартості. Ось детальна характеристика кожного типу:

Керовані комутатори (Managed Switches).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Функціональні можливості:

- Конфігурація: Дають можливість адміністратору конфігурувати різні параметри мережі, включаючи VLAN, QoS, маршрутизацію та безпеку.
- Моніторинг: Підтримують детальний моніторинг трафіку і стану порту, що дозволяє виявляти та усувати проблеми.
- Управління трафіком: Можливість встановлення правил для пріоритизації трафіку, обмеження пропускної здатності та управління потоками даних.
- Безпека: Підтримують різні функції безпеки, такі як ACL (Access Control List), 802.1X (автентифікація користувачів), захист від атак типу DoS.

2. Інтерфейс управління:

- Web Interface: Інтуїтивно зрозумілий веб-інтерфейс для конфігурації та моніторингу.
- CLI (Command Line Interface): Можливість конфігурації через командний рядок, що надає детальний контроль.
- SNMP (Simple Network Management Protocol): Підтримка SNMP для централізованого моніторингу та управління мережею.

3. Вартість:

- Вища вартість: Керовані комутатори зазвичай дорожчі через розширені функціональні можливості та гнучкість.

4. Застосування:

- Корпоративні мережі: Використовуються в великих та середніх компаніях, де потрібен високий рівень контролю та управління мережею.
- Центри обробки даних: Необхідні для забезпечення надійності, масштабованості та безпеки.

Некеровані комутатори (Unmanaged Switches).

1. Функціональні можливості:

- Простота використання: Працюють за принципом "plug and play" без необхідності конфігурації.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- Обмежена функціональність: Виконують базові функції комутації без можливості налаштування параметрів мережі.

- Автономність: Не підтримують моніторинг або управління трафіком.

2. Інтерфейс управління:

- Відсутність інтерфейсу управління: Некеровані комутатори не мають веб-інтерфейсу, CLI або підтримки SNMP.

3. Вартість:

- Низька вартість: Значно дешевші через відсутність розширених функцій та можливостей налаштування.

4. Застосування:

- Малі офіси та домашні мережі (SOHO): Ідеальні для малих мереж, де не потрібен високий рівень контролю та управління.

- Прості мережеві розширення: Використовуються для простого підключення декількох пристроїв без необхідності управління трафіком.

Основна різниця між керованими та некерованими комутаторами полягає у рівні контролю та функціональних можливостях. Керовані комутатори надають розширені можливості конфігурації, моніторингу та управління мережею, що робить їх придатними для складних корпоративних мереж. Некеровані комутатори, навпаки, пропонують простоту та низьку вартість, що робить їх оптимальним вибором для малих офісів та домашніх мереж.

Виходячи з вищенаведеного та враховуючи вимоги до модернізованої мережі, було прийнято рішення про придбання керованого комутатору. Під час вибору виробника комутатору, було враховано виробника головного шлюзу та прийнято рішення про придбання комутатору того ж виробника. Конкретна модель обумовлена кількістю портів та вартістю. Було обрано комутатор MikroTik Cloud Smart Switch 326-24G-2S+RM (рис. 2.2), його характеристики наведено в таблиці 2.2.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

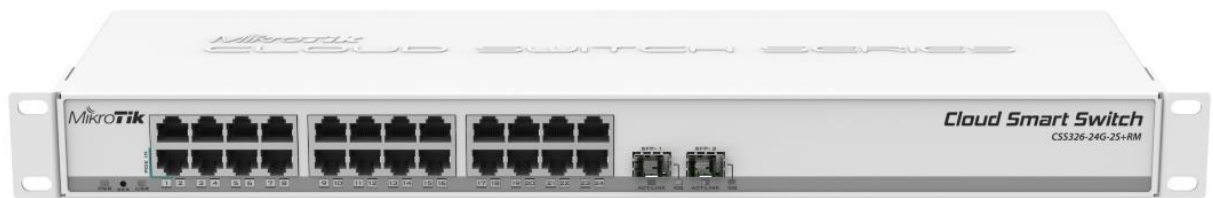


Рисунок 2.2 Комутатор MikroTik Cloud Smart Switch 326-24G-2S+RM

Таблиця 2.2 Характеристика комутатор MikroTik Cloud Smart Switch 326-24G-2S+RM

Product code	CSS326-24G-2S+RM
Switch chip model	98DX3216A1
Storage type	Flash
Storage size	2 MB
10/100/1000 Ethernet ports	24
SFP+ cages	2
Operating system	SwOS
Supported input voltage	10 - 30 V (jack or passive PoE)
Dimensions	443 x 144 x 44 mm
Operating temperature	-40°C .. +70°C tested
Max power consumption	19 W

Комутатор MikroTik Cloud Smart Switch 326-24G-2S+RM має наступні особливості:

- Неблокована комутаційна здатність другого рівня моделі OSI.
- Таблиця хостів 16К.
- IEEE 802.1Q VLAN.
- Підтримує до 4К VLAN.
- Ізоляція портів.
- Безпека порту.
- Трансляція штормового контролю.
- Дзеркальне відображення вхідного/вихідного трафіку порту.

- Rapid Spanning Tree Protocol.
- Список контролю доступу.
- MikroTik neighbor discovery.
- SNMP V1.
- Графічний веб-інтерфейс.

2.3 Вибір поверхового комутатору

Потужність поверхового комутатору набагато менше впливає на продуктивність мережі ніж потужність кореневого комутатору. Тому вимоги до поверхневого комутатору нижчі. Буде достатньо некерованого 16-портового комутатору, що підтримує технологію Gigabit Ethernet. Серед моделей представлених на ринку вибір здійснювався за ціновою ознакою. Було обрано комутатор TP-LINK TL-SG1016 (рис. 2.3), який відповідає вимогам та характеризується наступними рисами:

1. Призначення пристрою. 16-портовий гігабітний монтуємий в стійку комутатор представляє собою просте рішення для переходу на гігабітний Ethernet. Усі 16 портів підтримують функцію авто-MDI/MDIX,

2. Гігабітний комутатор. Модель TL-SG1016 оснащена 16 портами 10/100/1000 Мбіт/с, що значно збільшує пропускну здатність мережі, дозволяючи передавати файли великого розміру в найкоротший час.

3. Робочі характеристики. Завдяки використанню неблокуючої архітектури комутатор TL-SG1016 може передавати і фільтрувати пакети на максимально можливій для мережевого середовища швидкості для забезпечення максимальної пропускну здатності. Таблиця MAC-адрес на 8000 записів забезпечує чудову масштабованість навіть великих мереж. Також комутатор підтримує контроль потоку IEEE 802.3x для повнодуплексного режиму і контроль зворотнього потоку для напівдуплексного режиму для уникнення перевантажень і забезпечення надійної передачі даних.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Екологічність. TL-SG1016 підтримує новітні енергозберігаючі технології, за допомогою яких можливо збільшити пропускну здатність мережі зі значно меншими енерговитратами. Пристрій автоматично вибирає режим живлення в залежності від статусу з'єднання і довжини кабелю для того, щоб зберегти електроенергію і тим самим обмежити кількість викидів вуглецю під час вироблення.

5. Простота у використанні. Функції автоузгодження гігабітного комутатора полегшують установку пристрою. Додаткове налаштування не потрібне. Функція авто-MDI/MDIX усуває необхідність застосування кабелю з перехресними парами. Функція автоузгодження на кожному порті визначає швидкість з'єднання мережевого пристрою (10, 100 або 1000 Мбіт/с) і робить налаштування сумісності та оптимального режиму роботи. Завдяки компактному розміру корпусу пристрій ідеально підходить для розміщення на обмеженому просторі робочого столу, а у разі необхідності може монтуватися в стійку. Динамічні світлоіндикатори відображають стан комутатора в режимі реального часу і дозволяють провести базову діагностику роботи пристрою.

6. Відключення непрацюючих портів. Під час виключення комп'ютера або мережевого устаткування, відповідний порт звичайного комутатора продовжує споживати значну кількість електроенергії. Комутатор TL-SG1016 може автоматично визначати статус з'єднання на кожному порту і скорочувати споживання електроенергії на непрацюючих портах.

7. Вибір режиму живлення в залежності від довжини кабелю. Короткий кабель споживає менше електрики зважаючи на менші втрати під час передачі; але на більшості комутаторів це не береться до уваги – вони подають однакове живлення незалежно від довжини кабелю – 10 або 50 метрів. На відміну від звичайних комутаторів з подачею однакового живлення на всі порти, комутатор TL-SG1016 визначає довжину підключеного кабелю Ethernet і вибирає відповідний режим живлення.

Детальні характеристики TP-LINK TL-SG1016 наведено в таблиці 2.3.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3 Комутатор TP-LINK TL-SG1016

Таблиця 2.3 Характеристика комутаторів TP-LINK TL-SG1016

Стандарти та протоколи	IEEE 802.3i, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab , IEEE 802.3x
Інтерфейс	16 портів 10/100/1000 Мбіт/с з автоузгодженням, з роз'ємами RJ45 (авто-MDI/MDIX)
Мережеве середовище	10BASE-T: UTP кабель категорії 3, 4, 5 (максимум 100 м) 100BASE-TX/1000BASE-T: UTP кабель категорії 5, 5e або вище (максимум 100 м)
Живлення	100-240 VAC, 50/60 Гц
Установлення	Rack Mountable
Максимальне споживання енергії	9.26Вт(220В/50Гц)
Максимальне тепловіддача	31.60БТУ/г
Switching Capacity	32 Гбіт/с
Смуга пропускання / крос-шина	23.8 Мпакет/с
Таблиця MAC адрес	8000
Advanced Functions	- Isolation Mode: Ports 1-14 - Loop Prevention: Ports 1-16
Jumbo Frame	10 Kб
QoS	802.1p/DSCP QoS
Green технологія	Інноваційна енергоефективна технологія зберігає до 15% електроенергії
Метод передачі	Store-and-Forward
Сертифікат	FCC, CE, RoHS
Довкілля	Робоча температура: 0 °C ~ 40 °C (32 °F ~ 104 °F); Температура зберігання: -40 °C ~ 70 °C (-40 °F ~ 158 °F); Відносна вологість повітря при експлуатації: 10% ~ 90%, без утворення конденсату; Відносна вологість повітря при зберіганні: 5% ~ 90%, без утворення конденсату

2.4 Вибір обладнання для створення серверу та мережевого сховища

Завдяки спонсорській допомозі, Первوماйський коледж отримав обладнання, яке буде використано для створення серверу та мережевого сховища. Було отримано наступне обладнання: IBM ERserver BladeCenter™ Type 8677 (рис. 2.4, 2.5), вісім IBM BladeCenter HS22 7870C6G (рис. 2.6) та HP StorageWorks P2000 FCLSE-0801 2x AW592B Controller / 2x Power Supplies (рис. 2.8).

IBM ERserver BladeCenter™ Type 8677 підтримує до 14 двосторонніх blade servers, що робить його ідеально підходить для мережевих середовищ, які вимагають великої кількості високопродуктивних серверів в невеликому просторі. Блок BladeCenter забезпечує загальні ресурси, які поділяються серверами blade, такими як живлення, охолодження, управління системою, мережеві з'єднання та введення-виведення (дисковод, CD-ROM привід, порти для USB, клавіатура, відео, миша та мережеві інтерфейси).

Використання загальних ресурсів дозволяє використовувати невеликі розміри blade servers та мінімальні кабелі. Продуктивність, простота використання, надійність і можливості розширення були ключовими міркуваннями під час проектування.



Рисунок 2.4 Фронтальна сторона IBM ERserver BladeCenter™ Type 8677

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 2.5 Тильна сторона IBM ERserver BladeCenter™ Type 8677

IBM® BladeCenter® HS22 – це блейд-сервер з двома роз'ємами та процесорами Intel Xeon. Він ідеально підходить для основних бізнес-додатків, у тому числі для віртуалізації, і сумісний з шасі IBM BladeCenter H, E, S і HT. HS22 підтримує до двох багатоядерних процесорів Intel Xeon 5500 або 5600 серії, 12 модулів DIMM, два диски з можливістю гарячої заміни, два роз'єми PCI Express і один внутрішній роз'єм USB для вбудованої віртуалізації.

IBM BladeCenter HS22 показав найкращі результати серед двопроцесорних одновузлових систем у тесті SPECjEnterprise 2010 - 2 752,06 операцій корпоративного jAppServer в секунду (SPECjEnterprise2010 EjOPS). Цей результат було досягнуто завдяки використанню IBM BladeCenter HS22 в якості сервера додатків під управлінням IBM WebSphere®.

Цим результатом SPECjEnterprise2010 IBM демонструє свою здатність надавати як програмне, так і апаратне забезпечення для оптимального рішення на

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

середньому та внутрішньому рівнях рівня баз даних, а також забезпечити надійне рішення для складних робочих навантажень клієнтів.

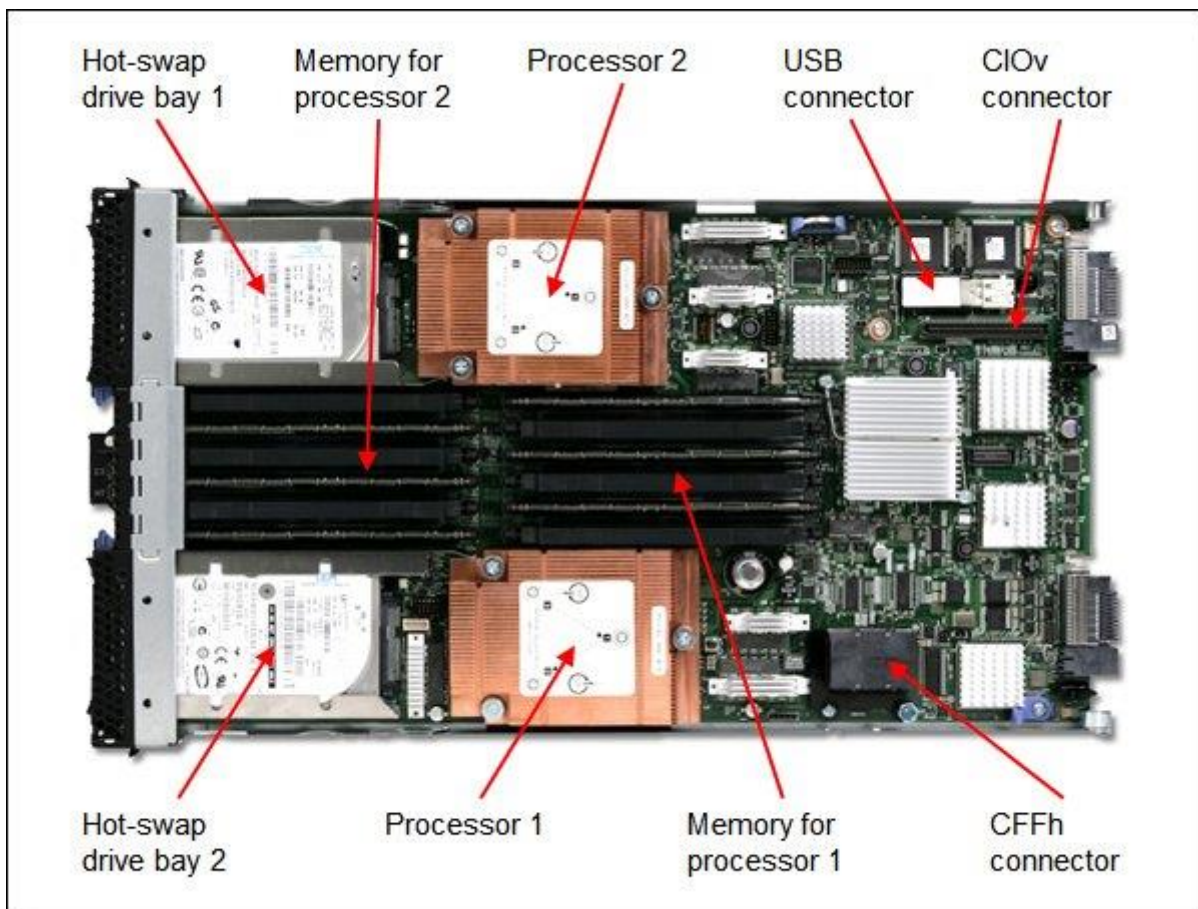


Рисунок 2.6 IBM BladeCenter HS22

Модель IBM BladeCenter HS22 7870C6G обладнано двома процесорами Intel XEON 6 Core X5675 3.06 GHz/12M (рис. 2.7) та 192 ГБт серверної оперативної пам'яті з частотою 1333 МГц.

Даного обладнання цілком вистає для організації сервера для Первомайського фахового коледжу.

Для організації мережевого сховища буде використано HP StorageWorks P2000 FCLSE-0801 2x AW592B Controller / 2x Power Supplies з 36 HDD ємністю по 3 ТБт кожний. Така кількість дисків дозволяє використати Raid-масив, для убезпечення зберігання інформації.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 2.7 Процесор Intel XEON 6 Core X5675



Рисунок 2.8 HP StorageWorks P2000 FCLSE-0801 2x AW592B Controller / 2x Power Supplies

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.5 Схема модернізованої мережі

В результаті заміни обладнання та додавання нового структурна схема локальної мережі Первомайського фахового коледжу набула вигляду, який відображено на рисунку 2.9.

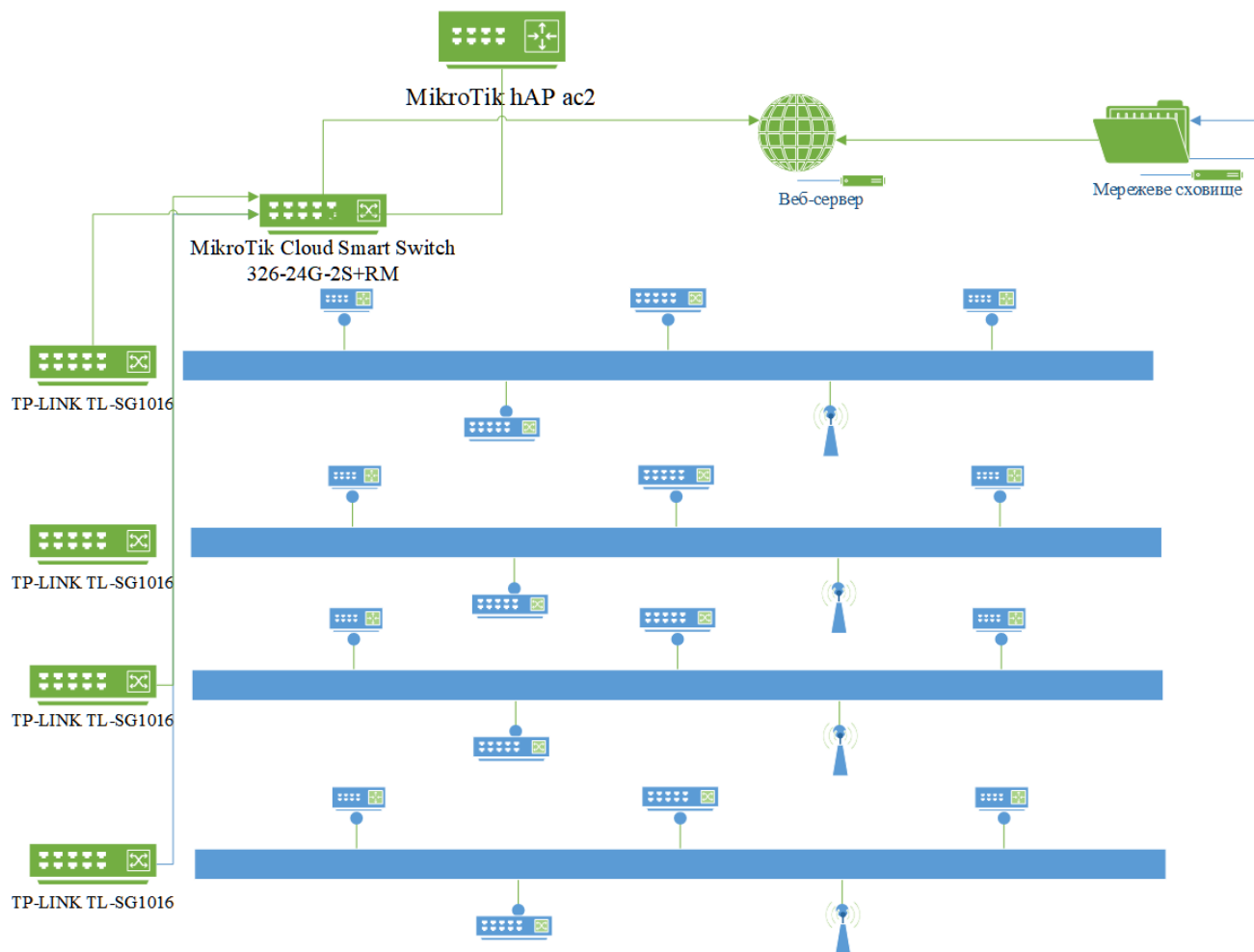


Рисунок 2.9 Структурна схема модернізованої мережі

Пристрої що підтримують технологію Gigabit Ethernet на схемі зображено зеленим кольором, пристрої які підтримують технологію Fast Ethernet – синім.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз умов праці

Будь-яке робоче місце характеризується певними небезпечними та шкідливими виробничими факторами. У приміщеннях, де використовуються електронно-обчислювальні машини або персональні комп'ютери, найчастіше такими чинниками є: несприятливі мікрокліматичні умови у повітрі робочої зони, напружені зорові роботи, інтелектуальні навантаження, монотонність праці, нервово-емоційна напруженість праці, невідповідність ергономічних показників робочого місця діючим вимогам та ін.

Приміщення, де проводяться роботи з ПК знаходиться на третьому поверсі п'ятиповерхової будівлі і має об'єм 210 м³, площу – 70 м². У кабінеті обладнано десять місць праці, чотири з яких укомплектовано ПК та лазерним принтером, також в приміщенні знаходяться комутатор. Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18 - 24°C, відносна вологість – близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення – природна неорганізована, а опалення – централізоване. Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою 8 світлодіодних ламп, забезпечує рівень освітленості 300 Лк. У кабінеті є електрична мережа з напругою 220В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

3.2 Ергономічні вимоги до організації робочих місць

Робоче місце – це зона простору, що оснащена необхідним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність одного працівника чи групи працівників. Раціональне планування робочого місця має забезпечувати найкраще розміщення знарядь і предметів праці, не допускати загального дискомфорту, зменшувати втомлюваність працівника, підвищувати його продуктивність праці. Площа робочого місця має бути такою, щоб працівник не робив зайвих рухів і не відчував незручності під час виконання роботи. Важливо мати також можливість змінити робочу позу, тобто положення корпусу, рук, ніг. Проте доцільно виключати або мінімізувати всі фізіологічно неприродні і незручні положення тіла.

Основні ергономічні вимоги до проектування робочого місця в системі «людина – техніка – виробниче середовище» відображені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Оцінка параметрів робочого місця нормам

Фактор виробничого середовища	Санітарно-гігієнічні норми	Існуючі показники	Висновок
Температура	19-25°C	21	відповідає вимогам
Відносна вологість	40-60%	58	відповідає вимогам
Освітленість робочої поверхні	Не менше 300Лк	300	відповідає вимогам
Відстань від очей до монітора	600-700мм	600	відповідає вимогам
Висота столу, Н	680-720	705	відповідає вимогам
Ширина столу, В	900	905	відповідає вимогам
Довжина столу, А	1600	1610	відповідає вимогам
Висота стільця, h ₁	400-500	495	відповідає вимогам
Розміри сидіння стільця, b/a	380-400	400	відповідає вимогам
Площа на одного працівника	6м ² (мінімально 4,5м ²)	6	відповідає вимогам

3.3 Розрахунок засобів кондиціювання повітря виробничого приміщення

У приміщенні відсутні будь-які шкідливі речовини, але присутнє надмірне виділення тепла. Для приведення показників повітря у відповідність до норм застосовується кондиціювання повітря. Вибір «спліт» - кондиціонера здійснюють

за потужністю (охолодження) з урахуванням усіх теплоприпливів – зовнішнього, від обладнання та робітників.

Розрахунок потрібної потужності (Q_x) за формулою (3.1).

$$Q_x = Q_z + Q_o + Q_p = 6,3 + 1,4 + 1 = 8,7 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де

Q_z – зовнішній приплив тепла від вікна, стін, підлоги і стелі розраховуємо за формулою 3.2, кВт

$$Q_z = S \cdot h \cdot \frac{q}{1000} = 70 \cdot 3,0 \cdot \frac{30}{1000} = 6,3 \text{ кВт} \quad (3.2)$$

де S – площа приміщення (м^2);

h – висота приміщення (м);

q – коефіцієнт, що дорівнює 30 – 40 Вт / м^3 .

$q = 30$ для затіненого приміщення;

$q = 35$ при середній освітленості;

$q = 40$ для приміщень, у які потрапляє багато сонячного світла.

Q_o – виділення тепла від обладнання, кВт (3.3)

$$Q_o = 0,3 \cdot n_k + P \cdot Q_{ok} = (0,3 \cdot 4) + 0,2 = 1,4 \text{ кВт} \quad (3.3)$$

де

$Q_{ok} = 0,3$ кВт – виділення тепла від персонального комп'ютера, копіювального пристрою;

n_k – кількість одиниць оргтехніки (комп'ютерів, принтерів);

P – паспортна потужність інших електричних приладів, кВт;

Q_p – виділення тепла від робітників, кВт (3.4)

$$Q_p = n_m \cdot q_m = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ кВт} \quad (3.4)$$

n_m – кількість чоловіків, які працюють у приміщенні;

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q_m – кількість тепла, що виділяється одним чоловіком, згідно з ДСН 3.3.6.042-99 $q_m = 0,1$ кВт під час виконання легких робіт;

$n_{ж}$ – кількість жінок, які працюють у приміщенні;

$q_{ж}$ – кількість тепла, що виділяється однією жінкою, $q_{ж} = 0,85q_m$

Обираємо найближчу за потужністю марку кондиціонера.

За параметром BTU/h, який відповідає за холодопродуктивність обираємо модель.

Розрахована необхідна потужність дорівнює 6,25 кВт

Визначаємо потужність в BTU/h за формулою (3.5)

$$1\text{кВт} \cdot 3412 = 8,7 \cdot 3412 = 29684 \text{ BTU/h} \quad (3.5)$$

За таблицею обираємо потужність кондиціонеру

Модельний ряд – 30

Потужність, кВт – 8.2

Потужність, BTU/h – 30000

3.4 Розрахунок штучного освітлення

Освітлення приміщень та місць праці належить до тих чинників, від якого суттєво залежать працездатність і здоров'я працівників. Світло регулює всі функції людського організму і впливає на психологічний стан і настрій, обмін речовин, гормональний фон і розумову активність.

Розрахунок необхідної сукупної величини світлового потоку $\Phi_{л}$ в приміщенні (3.6).

$$\Phi_{л} = E \cdot S \cdot n = 300 \cdot 70 \cdot 1,2 = 25200 \text{ Лм} \quad (3.6)$$

де

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$\Phi_{\text{л}}$ – необхідна величина світлового потоку, Лм

E – норма освітленості в офісних приміщеннях (у приміщеннях з використанням комп'ютерів $E = 300 \text{ Лк}$);

S – площа приміщення, м^2 ;

n – коефіцієнт висоти стелі.

$n = 1$ при висоті 2,5-2,7м;

$n = 1,2$ при висоті 2,7-3,5м;

$n = 2$ при висоті 3,5-4,5м.

Визначаємо необхідну кількість ламп. Ділимо розрахований у першому етапі світловий потік $\Phi_{\text{л}}$ 19800 на величину світлового потоку в люменах обраної лампи.

У результаті отримуємо необхідну кількість ламп конкретної потужності для освітлення приміщення (3.7).

$$n = \frac{\Phi}{P} = \frac{25200}{1200} = 21 \text{ шт} \quad (3.7)$$

Обираємо 18 ламп, потужністю 12 Вт.

3.5 Вибір типу та визначення необхідної кількості вогнегасників

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В.

Приміщення, у яких розміщені ПЕОМ, треба оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 1 штука ВВК-5(ОУ-7).

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

ВИСНОВОК

Під час дипломного проектування було здійснено наступні дії:

- Розглянуто структуру і склад локальної мережі ВСП ПФК НУК.
- Виявлено недоліки та окреслені напрямки модернізації.
- Сформульовано технічні вимоги до апаратної частини.
- Проведено аналіз ринка мережевих пристроїв.
- Здійснено вибір конкретних моделей пристроїв з детальним обґрунтуванням.
- Побудовано структурну схему модернізованої мережі.

В результаті проведеної модернізації три вищих рівня локальної мережі, а саме: головний шлюз, кореневий комутатор та поверхові комутатори, відповідають стандарту Gigabit Ethernet. В якості кореневого комутатору використовується керований комутатор MikroTik Cloud Smart Switch 326-24G-2S+RM. Було реалізовано сервер та мережеве сховище. Ці зміни значно покращили якість та продуктивність мережі: зросла швидкість, покращився рівень безпеки, з'явилися нові інструменти і, як наслідок, підвищилась загальна продуктивність та ефективність.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://e-server.com.ua/uk/aktivne-obladnannja/komutatori/kerovani-komutatori/komutator-mikrotik-crs109-8g-1s-2hnd-in-detail>
2. <https://itc.ua/news/spacex-predstavila-vtoroe-pokolenie-sputnikovoj-antenny-starlink-pryamougolnoj-formy-i-v-poltora-raza-legche-originalnoj/>
3. <https://olegkutkov.me/2021/12/25/analysis-and-reverse-engineering-of-the-original-starlink-router/>
4. <https://www.comnews.ru/content/209438/2020-10-07/2020-w41/enciklopediya-starlink>
5. А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И. Р. Сунчелей. «Структуровані Кабельні Системи Айти–Скс, видання 3–е». Київ, Айти–Пресс, 2019
6. Архітектури й топології багатопроцесорних обчислювальних систем. Курс лекцій. Навчальний посібник / А.В.Богданов, В.В.Корхов, В.В.Мареев, Е.Н.Станкова.– Х. «ІНТУТІТ», 2014.– 176 с.
7. Бельська М.В. Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Організація охорони праці та протипожежний захист». – Первомайськ, 2023 – 16 с.
8. Гейер, Джим. Бездротові Мережі. Перший крок. Пер. с англ. — К.. Видавництво «Просвіта», 2016. — 192 с
9. Капацина І.В. Методичні вказівки щодо виконання «Економічного розділу» в дипломному проектуванні, для студентів спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія» – Первомайськ, 2020 – 20 с.
10. Новиков Ю. В., Кондратенко С. В. «Локальні мережі. архітектура, алгоритми, проектування.» – Х.. Видавництво ЕКСІМ, 2014
11. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Комп’ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи. Підручник для вузів. Л., «Астролябія» 2014. 958с.
12. Рошан Педжан, Лиэри Джонатан. Основи побудови бездротових локальних мереж стандарту 802.11. Пер. с англ. — Л.. «Торбан». 2015 — 304 с.

					ВСП ПФК НУК 123.411.24.07 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35