Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально-науковий центр заочної форми навчання
(повна назва)
Кафедра *Інформаційно-мережної інженерії*
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Модернізація локальної мережі підприємства
(тема)

Виконав:
здобувач *4* року навчання,
групи *ТРІМІиз-22-1*
Гаракішієва Нурана Мухтар кизи
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність *172 Телекомунікації та радіотехніка*
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми *освітньо-професійна*
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма *Інформаційно-мережна інженерія*
(повна назва освітньої програми)
Керівник *доц. Наталія ХАРЧЕНКО*
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
В.о. завідувача кафедри _____ *Дарія ЧЕБОТАРЬОВА*
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

2026 р.

Не містить відомостей заборонених до відкритого публікування.

Здобувач / Гаракішієва Нурана Мухтар кизи /

Керівник / Наталія Харченко /

Харківський національний університет радіоелектроніки

Навчально-науковий центр заочної форми навчання
Кафедра *Інформаційно-мережної інженерії*
Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*
Спеціальність *172 Телекомунікації та радіотехніка*
(код і повна назва)
Тип програми *освітньо-професійна*
Освітня програма *«Інформаційно-мережна інженерія»*
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)
«____»_____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві *Гаракішієвій Нурані Мухтар кизи*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація локальної мережі підприємства*

затверджена наказом університету від 18 травня 2026 р. № 73 Стз

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 14 липня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи *Провести аналіз основних елементів корпоративних комп'ютерних мереж, визначити основні вимоги до їх працездатності. Дослідити етапи модернізації локальних мереж на прикладі корпоративної мережі офісу ПрАТ «Vega-telecom». Локальна мережа що потребує модернізації складається з одного комутатора до якого прямим з'єднанням підключені комп'ютери. Перевантаження мережного обладнання більше 83%. Всього в мережі 123 користувача. З урахуванням структури підприємства необхідно створити ієрархічну мережу з комутаторів, що дозволить перерозподілити навантаження. Окрім ПК в мережі запланувати систему відеоспостереження та заходи для підвищення надійності та рівня безпеки в модернізованій мережі.*

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ
1. Аналіз особливостей підприємства та існуючої локальної мережі
2. Аналіз необхідного обладнання для модернізації існуючої локальної мережі підприємства
3. Розрахунок параметрів модернізованої корпоративної мережі
Висновки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) *назва, мета і актуальність кваліфікаційної роботи; постановка завдання; підприємство: телекомунікаційна група Vega; організаційна структура підприємства; наявна логічна та фізична мережа до модернізації; технічні вимоги до модернізованої мережі; вибір топології; вибір кабельної інфраструктури; вибір комутаторів D-Link; система відеоспостереження; модернізація мережі: ієрархічна архітектура, фізична схема; розрахунок параметрів мережі; надійність і безпека мережі; висновки*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	*Ознайомлення із завданням. Уточнення ТЗ.*	*18.05.26*	*виконано*
2	*Підбір літератури за темою роботи.*	*19.05-15.06.26*	*виконано*
3	*Аналіз особливостей підприємства та існуючої локальної мережі*	*16.06-26.06.26*	*виконано*
4	*Аналіз необхідного обладнання для модернізації існуючої локальної мережі підприємства*	*27.06-03.07.26*	*виконано*
5	*Розрахунок параметрів модернізованої корпоративної мережі*	*04.07-10.07.26*	*виконано*
6	*Оформлення презентаційного матеріалу, підготовка до захисту в ЕК*	*11.07-14.07.26*	*виконано*

Дата видачі завдання 18 травня 2026 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Наталія Харченко
(підпис) (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 54 с., 4 рис., 4 табл., 11 джерел, 5 додатків.

Об'єкт дослідження – корпоративна мережа.

Мета роботи – модернізація та проєктування корпоративної мережі підприємства.

Розглянуто особливості побудови сучасних корпоративних мереж, їх характеристики та основні вимоги до планування. Визначено елементи мережі що потребують модернізації. Відповідно до плану модернізації обрано необхідне обладнання, спроектовано оновлену схему мережі та проведено розрахунки що підтвердили працездатність модернізованої мережі в рамках заданих характеристик.

КОРПОРАТИВНА МЕРЕЖА, ТОПОЛОГІЯ, КОМУТАТОР, D-LINK, НАДІЙНІСТЬ МЕРЕЖІ, МЕТОДИ ЗАХИСТУ МЕРЕЖІ.

THE ABSTRACT

Explanatory slip 54 p., 4 fig., 4 tab., 11 sources, 5 attach.

Object of research - the corporate network.

The purpose of the work - modernization and design of the enterprise's corporate network.

The features of building modern corporate networks, their characteristics and basic requirements for planning are considered. The network elements that require modernization are identified. In accordance with the modernization plan, the necessary equipment is selected, an updated network scheme is designed and calculations are performed that confirm the operability of the modernized network within the specified characteristics.

TOPOLOGY, SWITCH, D-LINK, NETWORK RELIABILITY, NETWORK PROTECTION METHODS.

ЗМІСТ

С.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ 9
ВСТУП 10
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПІДПРИЄМСТВА ТА ІСНІЮЧОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ 11
1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства 11
1.2 Корпоративна архітектура «Vega» 13
1.3 Структура підприємства 14
1.4 Обгрунтування необхідності модернізації локальної мережі 17
1.5 Аналіз мережного обладнання 18
2 АНАЛІЗ НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІСНУЮЧОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА 22
2.1 Планування модернізації мережі 22
2.2 Топологія мережі 22
2.3 Вибір мережного обладнання 24
2.3.1 Вибір кабелю 24
2.3.2 Аналіз та вибір комутаторів 25
2.3.3 Вибір IP-камери 28
3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ 31
3.1 Розрахунок загальної довжини кабелю 31
3.2 Розрахунок згасання сигналу 33
3.3 Обчислення необхідної пропускної спроможності для відеоспостереження 34
3.4 Забезпечення надійності та безпеки корпоративної мережі 35
3.5 Методи захисту інформації на підприємстві 38
ВИСНОВКИ 39
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 40
ДОДАТОК А ФІЗИЧНА СХЕМА МЕРЕЖІ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ 41
ДОДАТОК Б ЛОГІЧНА СХЕМА ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ 42
ДОДАТОК В ФІЗИЧНА СХЕМА ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ 43

ДОДАТОК Г ЛОГІЧНА СХЕМА ПІСЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ 44
ДОДАТОК Д СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ 45

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

FTTx – (Fiber to the x) це збірний термін для телекомунікаційних мереж, де оптичний кабель підводиться ближче до абонента, а "x" позначає кінцеву точку;

GPON – (Gigabit Passive Optical Network) технологія передачі даних через оптоволоконний кабель;

NIC – (Network Interface Card) мережевий адаптер;

SIP – (Session Initiation Protocol) протокол, який забезпечує швидкий та ефективний зв'язок між пристроями у мережі інтернет;

STP – (Shielded Twisted Pair) екранована кручена пара;

UTP – (Unshielded Twisted Pair) неекранована кручена пара;

ІС – інформаційна система;

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа;

СЗПД – система зв'язку та передачі даних.

ВСТУП

Сьогодні ефективне управління компанією неможливе без постійного моніторингу кон’юнктури комерційного та фінансового ринків, а також оперативного координаційного забезпечення діяльності всіх філій та персоналу. Виконання цих завдань вимагає консолідованої участі широкого кола профільних фахівців, які часто територіально віддалені один від одного. У таких умовах системи розподіленої обробки даних стають ключовим інструментом для організації ефективної взаємодії між ними.

Локальна обчислювальна мережа підприємства являє собою інтегровану структуру, можливості якої значно перевищують суму її окремих компонентів. Вона забезпечує спільний доступ до інтернет-з’єднання, периферійного обладнання та файлових ресурсів для всіх підключених робочих станцій.

Основною метою функціонування локальної обчислювальної мережі є забезпечення користувачів інструментарієм для ефективного спільного використання інформаційних ресурсів компанії.

Мета кваліфікаційної роботи: модернізація та проєктування корпоративної мережі підприємства.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПІДПРИЄМСТВА ТА ІСНІЮЧОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства

Телекомунікаційна група Vega є одним із ключових гравців на українському ринку фіксованого зв'язку. Юридичним та операційним центром групи виступає ПрАТ «Фарлеп-Інвест», історія якого розпочалася 3 жовтня 2000 року після реєстрації компанії Печерською районною державною адміністрацією м. Києва. Бренд Vega був сформований шляхом консолідації активів провідних телекомунікаційних операторів, зокрема «Фарлеп» та «Оптіма Телеком», що стояли біля витоків розвитку інтернет-інфраструктури України у 1990-х роках [1].

У 2014–2015 роках група реалізувала стратегію масштабного розширення мережі, охопивши 69 населених пунктів у 23 регіонах країни. На той момент абонентська база компанії налічувала близько 507 000 користувачів фіксованої телефонії та понад 160 000 користувачів широкосмугового доступу до мережі Інтернет. Пріоритетним напрямом розвитку стало впровадження волоконно-оптичних мереж за технологією FTTx. Компанія забезпечила телекомунікаційним обслуговуванням понад 50 бізнес-центрів класу А та Б (зокрема «IQ», «Форум Вікторія Парк», «FARGO»), а також низку сучасних житлових комплексів, серед яких «Акварелі», «Софія від Мартинова», «Софія Київська», «Кришталеві Джерела» та «Chelsea Tower» [1].

Новий етап розвитку оператора розпочався у 2021 році, ознаменувавшись стратегічною M&A-угодою на телекомунікаційному ринку України. 19 серпня 2021 року Антимонопольний комітет України надав дозвіл ПрАТ «ВФ Україна» (Vodafone) на придбання контрольного пакета акцій ПрАТ «Фарлеп-Інвест». Угоду було завершено 9 вересня 2021 року: Vodafone Україна набула у власність 99,99% акцій ПрАТ «Фарлеп-Інвест» та щонайменше 95% статутного капіталу ТОВ «Кейбл ТВ-ФІНАНСИ» [1].

Інтеграція до структури Vodafone забезпечила Vega доступ до значних інвестиційних ресурсів, спрямованих на розгортання гігабітного оптичного інтернету. Станом на 2026 рік стратегія компанії фокусується на плановій

модернізації ліній зв’язку, забезпеченні енергетичної автономності мереж та проведенні комплексних технічних заходів для підвищення якості та стабільності надання послуг по всій території України [1].

Телекомунікаційна група Vega є національним оператором із розгалуженою географічною присутністю по всій території України. На сьогодні компанія безпосередньо представлена в більш ніж 160 містах України.

Загальна протяжність ліній міської мережі: понад 30 000 км. Протяжність власних волоконно-оптичних ліній: понад 5 000 км.

Зв'язок від оператора доступний у понад 19 тисячах багатоповерхових житлових будинків та більш ніж у 45 тисячах будівель приватного сектору України. Окрім цього, компанія забезпечує високошвидкісними каналами зв’язку понад 500 офісних і бізнес-центрів та 120 торговельно-розважальних комплексів по всій країні. Незважаючи на технічні виклики та необхідність проведення ремонтних робіт, компанія стабільно утримує працездатність мереж навіть у прифронтових регіонах (зокрема у Миколаєві) [1].

Спектр послуг, що надає компанія

Продуктовий портфель компанії охоплює потреби як масового споживача, так і великих транснаціональних корпорацій та державних органів.

Послуги для приватних осіб (Роздрібний сегмент / B2C):

- високошвидкісний інтернет: ключовий продукт компанії, що надається за сучасними технологіями оптичного доступу (FTTx та енергоефективний GPON). У межах конвергентної лінійки тарифів разом із Vodafone послуга просувається під брендом Vodafone Gigabit Net, гарантуючи швидкість до 1 Гбіт/с;
- фіксована телефонія: традиційна послуга місцевого, міжміського та міжнародного телефонного зв'язку;
- інтерактивне телебачення: цифрове ТБ високої чіткості, що постачається клієнтам у пакеті з інтернет-доступом.

Послуги для бізнесу, державних установ та операторів (Сегмент B2B):

- IP-телефонія та цифрові комунікації: підключення сучасних рішень для офісів - Віртуальних АТС та багатоканальних SIP-транків, що дозволяють автоматизувати роботу кол-центрів;

- побудова виділених каналів та корпоративних мереж: надання послуг цифрового Ethernet по оптичних каналах, а також організація служб віртуальних приватних локальних мереж (VPLS) за принципом any-to-any для об'єднання віддалених офісів клієнта в єдину захищену мережу;
- послуги комерційних Дата-центрів (Colocation): наявність власних технологічно нейтральних Дата-центрів у Києві, Одесі, Львові та Дніпрі. Клієнтам пропонується розміщення їхнього серверного обладнання на спеціалізованих майданчиках (зокрема у Києві по вул. Леонтовича, 9), а також оренда ресурсів у Дата-центрах європейських партнерів;
- інфраструктурні інноваційні рішення: проєктування та розгортання складних внутрішніх систем покриття стільникового зв'язку всередині будівель (Indoor Broadcast System – IBS). Яскравим прикладом є київський ЦУМ, де Vega спільно з Huawei розгорнула IBS-систему для підтримки поколінь зв'язку (включаючи 4G) та побудувала мережу з повним резервуванням і швидкістю передачі даних до 10 Гбіт/с.

1.2 Корпоративна архітектура «Vega»

Корпоративна архітектура Телекомунікаційної групи Vega побудована за принципами прозорого корпоративного управління акціонерними товариствами та повністю інтегрована в загальну структуру холдингу Vodafone Україна.

Згідно зі Статутом та ліцензійними умовами, господарська діяльність компанії диференційована за кількома ключовими КВЕД, серед яких базовими є: 61.10 (Діяльність у sphere проводового електрозв'язку) та 61.90 (Інша діяльність у сфері електрозв'язку). Додатково ведеться комерційна діяльність за КВЕД 47.19 (Інші види роздрібної торгівлі в неспеціалізованих магазинах), що пов'язано з реалізацією абонентського обладнання [1].

Організаційна структура Vega розподілена на такі блоки [1]:

1. Адміністративно-управлінський апарат: Знаходиться у тісній координації з топ-менеджментом Vodafone Україна.
2. Дирекція з капітального будівництва та мережевої інфраструктури: Відповідає за прокладку магістралей, експлуатацію Дата-центрів та розвиток технологій зв'язку.

3. Департамент по роботі з приватними клієнтами (B2C): Керує продажами домашнього інтернету, телефонії та телебачення, а також розробкою тарифних планів.

4. Департамент по роботі з бізнес-сегментом (B2B): Спеціалізується на великих корпоративних проєктах, інтеграції хмарних АТС та сервісах передачі даних для юридичних осіб та інших операторів зв'язку.

5. ТОВ «Кейбл ТВ-ФІНАНСИ»: Дочірня структура, що тісно взаємодіє з Vega у сфері спільного використання частотних ресурсів та надання послуг фіксованого інтернету [1].

1.3 Структура підприємства

Основні виробничі підрозділи

До основних підрозділів належать структурні одиниці, безпосередньо відповідальні за виконання місії та досягнення стратегічних цілей організації.

Основними виробничими підрозділами ПрАТ «Vega-telecom» є:

1. Департамент продажів.

2. Підрозділ технічної підтримки.

Департамент продажів відповідає за пошук та залучення потенційних клієнтів для підключення до мереж кабельного телебачення та інтернету, а також за документальне оформлення відповідних договорів. Структура департаменту включає:

- відділ роботи з фізичними особами: спеціалізується на обслуговуванні індивідуальних споживачів;

- корпоративний відділ: орієнтований на залучення юридичних осіб до користування послугами компанії.

Підрозділ технічної підтримки забезпечує інформаційно-довідкове обслуговування абонентів послуг кабельного телебачення, інтернету та телефонії. Також фахівці підрозділу опрацьовують заявки на проведення ремонтних робіт у разі виникнення технічних несправностей.

Допоміжні та обслуговуючі підрозділи

Ці підрозділи забезпечують умови для ефективного функціонування основних структурних одиниць компанії. До них у ПрАТ «Vega-telecom» належать:

- абонентський відділ - виконує функцію координації між департаментом продажів та технічною підтримкою, зокрема здійснює узгодження графіків підключення нових абонентів. Окрім цього, відділ надає консультації клієнтам та здійснює укладання договорів. Обсяги договірної роботи цього підрозділу є меншими порівняно з департаментом продажів, що зумовлено його допоміжним статусом;

- відділ маркетингу - здійснює аналіз та моніторинг споживчого ринку, займається розробкою рекламних стратегій та проведенням акцій. Діяльність відділу спрямована на підвищення конкурентоспроможності послуг та сприяння ефективній роботі департаменту продажів.

Адміністративно-управлінський апарат

Управлінська діяльність підприємства здійснюється відповідними структурними підрозділами та окремими фахівцями, які під час виконання своїх обов'язків взаємодіють у межах економічних, організаційних, соціальних та психологічних відносин. Організаційні зв'язки, що формуються між підрозділами та персоналом апарату управління, складають основу організаційної структури підприємства.

Організаційна структура управління підприємством визначається як сукупність відділів, служб та підрозділів апарату управління, їх системна організація, а також встановлений порядок підпорядкованості та звітності перед вищим керівництвом. Крім того, вона охоплює систему координаційних та інформаційних зв'язків, а також механізм розподілу управлінських функцій між різними рівнями та ланками управлінської ієрархії [1].

Організаційна структура управління ПрАТ «Vega-telecom» базується на дворівневій системі:

Перший рівень

Вищим органом управління ПрАТ «Vega-telecom» є загальні збори акціонерів, до складу яких входять акціонери товариства або їхні уповноважені представники. Компетенція та порядок прийняття рішень вищим органом управління регламентуються Статутом товариства.

Вищим органом управління ПрАТ «Vega-telecom» є загальні збори акціонерів. На цьому рівні функціонує рада директорів, яка здійснює стратегічне управління діяльністю товариства у період між зборами акціонерів та відповідає за прийняття рішень, що не належать до виключної компетенції загальних зборів.

Другий (виконавчий) рівень

Безпосереднє керівництво поточною діяльністю підприємства здійснює директор філії. Його повноваження, права та обов'язки визначаються чинним законодавством, статутом товариства, а також внутрішніми положеннями, затвердженими радою директорів.

Директор філії діє від імені товариства без довіреності, представляє його інтереси в усіх органах та організаціях, укладає правочини, затверджує штатний розпис, видає обов'язкові для виконання накази та розпорядження.

До складу апарату управління ПрАТ «Vega-telecom» входять: директор філії, начальник відділу продажів, начальник абонентського відділу, начальник відділу технічної підтримки, начальник відділу маркетингу, фінансовий директор (головний бухгалтер) та начальник служби охорони [1].

Функціональні обов'язки керівників підрозділів:

- начальник відділу продажів: здійснює контроль за робочим процесом основного підрозділу, керує штатом менеджерів та фахівців з корпоративного обслуговування. У разі відсутності директора філії виконує його функції та відповідає перед ним за результати діяльності відділу;

- начальник абонентського відділу: відповідає за організацію роботи підрозділу та діяльність диспетчерської служби, підпорядковується начальнику відділу продажів;

- начальник відділу технічної підтримки: забезпечує безперебійне надання послуг доступу до мережі Інтернет та кабельного телебачення шляхом оперативного управління технічним персоналом;

- фінансовий директор (головний бухгалтер): забезпечує фінансову стабільність товариства, організовує взаємодію з банківськими установами, здійснює аналіз господарської діяльності, моніторинг виконання виробничих планів та реалізації послуг. Звітує про фінансово-економічний стан компанії перед директором філії.

Функціональні підрозділи та служби

Функціональні підрозділи та служби забезпечують безперебійне функціонування та життєдіяльність організації. До структури ПрАТ «Vega-telecom» належать:

- бухгалтерія - відповідає за ведення бухгалтерського та податкового обліку активів і зобов’язань, формування фінансової та податкової звітності, а також за її своєчасне подання до відповідних контролюючих органів згідно з вимогами законодавства;

- служба охорони - забезпечує захист виробничих об'єктів, підтримання безпеки персоналу та контроль за дотриманням пропускного режиму на підприємстві.

Загальна структура підрозділів підприємства представлено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 - Організаційна структура підприємства «Vega-telecom»

1.4 Обгрунтування необхідності модернізації локальної мережі

До цього моменту наявна система зв'язку та передачі даних (СЗПД) успішно виконувала покладені на неї функції. Зокрема, наявна пропускна здатність мережі та параметри комутаційного обладнання дозволяли стабільно інтегрувати нових користувачів у локальну обчислювальну мережу (ЛОМ),

забезпечуючи при цьому належний рівень безпеки та безперебійність інформаційних потоків.

Ситуація суттєво змінилася після розширення діяльності компанії та збільшення кількості робочих місць, що призвело до критичного зростання навантаження на мережеву інфраструктуру. Комутаційне обладнання, спроектоване для обмеженої кількості підключень (Дод. А), вичерпало свій ресурс, що спричинило перевищення допустимих норм навантаження. Як наслідок, знизилася швидкість передачі даних, почастішали випадки виникнення помилок при обміні інформацією, що негативно вплинуло на ефективність роботи структурних підрозділів.

Поточний стан ЛОМ ПрАТ «Vega-telecom» (Дод. Б) не відповідає актуальним вимогам бізнесу. Через критичне завантаження комутаційного обладнання (на рівні 86%) спостерігаються втрати пакетів даних, а низька пропускна здатність каналів зв'язку спричиняє затримки при взаємодії з серверами баз даних та файловими серверами. Крім того, використання застарілого апаратного забезпечення призводить до спотворення або неповного отримання даних, що є неприпустимим та безпосередньо впливає на продуктивність компанії.

Результати передпроектного аналізу підтверджують невідповідність мережевої інфраструктури сучасним завданням бізнесу, що зумовлює необхідність модернізації та розробки нової архітектури мережі. Обґрунтованим рішенням є впровадження оновленої обчислювальної мережі, яка забезпечить усунення наявних технічних обмежень та матиме необхідний потенціал для подальшого масштабування.

1.5 Аналіз мережного обладнання

Обчислювальна мережа базується на комплексі комунікаційного обладнання, що використовується для створення локальних сегментів та їх інтеграції в глобальні мережі. Для побудови локальних з’єднань застосовуються кабельні системи, мережеві адаптери, концентратори, мости, комутатори та маршрутизатори. Для інтеграції локальних мереж у глобальні використовуються спеціалізовані WAN-порти мостів і маршрутизаторів, а також обладнання для передачі даних магістральними каналами: модеми (для

аналогових ліній) або пристрої підключення до цифрових каналів (термінальні адаптери ISDN, пристрої обслуговування виділених каналів CSU/DSU тощо) [2].

Мережевий адаптер (Network Interface Card, NIC) - це периферійний пристрій, що забезпечує безпосередню взаємодію комп'ютера з середовищем передачі даних для зв'язку з іншими вузлами мережі. Пристрій відповідає за надійний обмін двійковими даними, перетворюючи їх на відповідні електромагнітні сигнали для передачі лініями зв’язку. Функціонування адаптера забезпечується драйвером операційної системи, при цьому розподіл завдань між апаратним забезпеченням та програмним рівнем залежить від конкретної архітектури. Файл-сервери, як правило, підключаються до мережевої інфраструктури саме за допомогою мережевих адаптерів. Кожен інтерфейс Ethernet має унікальну 6-байтову MAC-адресу, що прошивається виробником: перші три байти ідентифікують виробника обладнання, а решта три становлять унікальний серійний номер пристрою [2].

Повторювачі та концентратори

Для розгортання базової односегментної мережі достатньо мережевих адаптерів та відповідних кабельних з’єднань. Проте для оптимізації мережевих характеристик та подолання обмежень щодо максимальної довжини кабельних сегментів застосовуються додаткові пристрої - повторювачі сигналів. Ключовою функцією повторювача (repeater) є регенерація сигналів, що надходять на вхідний порт, та їх трансляція на інші порти (у топологіях Ethernet) або на наступний логічний вузол (у мережах Token Ring, FDDI) із забезпеченням синхронізації. Повторювачі коригують електричні характеристики сигналів, що дозволяє суттєво збільшити загальну протяжність лінії зв’язку між віддаленими сегментами мережі [2].

Багатопортові повторювачі, відомі як концентратори (hub/concentrator), виконують функцію централізованого вузла для об’єднання комп’ютерів у єдину мережеву структуру. У сучасних мережевих стандартах концентратори є обов’язковими елементами фізичної топології, що забезпечують підключення кінцевих пристроїв до загальної мережі.

Мости та комутатори

Попри інтеграцію додаткових функцій, ключовим призначенням концентраторів залишається передавання пакетів у межах спільного середовища. Колективне використання єдиної кабельної інфраструктури в режимі поділу часу призводить до значного зниження продуктивності мережі за умов інтенсивного трафіку. Спільне середовище втрачає здатність ефективно обробляти потік кадрів, що спричиняє виникнення черг очікування доступу. Це обмеження притаманне всім технологіям, що базуються на спільному середовищі передавання даних, незалежно від алгоритмів доступу, причому найбільш вразливими до перевантажень є мережі Ethernet із методом випадкового доступу.

Як наслідок, мережева архітектура на основі концентраторів має обмежену масштабованість: при досягненні певної кількості вузлів або впровадженні ресурсомістких застосунків середовище передавання досягає стану насичення, що призводить до неприпустимих затримок. Оптимізація роботи мережі досягається шляхом її логічної структуризації за допомогою мостів, комутаторів та маршрутизаторів.

Міст та його високопродуктивний аналог - комутатор (switching hub) - розділяють загальне середовище передавання на логічні сегменти. Логічний сегмент формується шляхом об'єднання декількох фізичних сегментів за допомогою концентраторів, де кожен логічний сегмент підключається до окремого порту комутаційного пристрою. При отриманні кадру комутатор передає його виключно на той порт, до якого приєднаний цільовий сегмент, що суттєво відрізняє його від концентратора, який транслює дані на всі порти. Фундаментальна відмінність полягає в тому, що міст здійснює передавання послідовно між однією парою портів, тоді як комутатор забезпечує паралельну обробку потоків даних між усіма портами. З огляду на ідентичність принципів функціонування, надалі термін «комутатор» використовуватиметься для позначення обох типів пристроїв. Варто зауважити, що на сучасному етапі комутатори повністю витіснили локальні мости. Останні застосовуються переважно для сполучення локальних мереж із глобальними, де потреба в паралельному передаванні даних відсутня [2].

Маршрутизатори

Маршрутизатор забезпечує можливість створення надлишкових мережевих зв'язків, які можуть утворювати цикли. Це досягається завдяки прийняттю рішень щодо передачі пакетів на основі детальної інформації про топологію мережі, що значно перевершує функціональні можливості мостів чи комутаторів. Маршрутизатор використовує базу топологічних даних, яка містить відомості про зв’язки між підмережами та їхній поточний робочий стан. Володіючи такою картою мережі, пристрій здатний обирати оптимальний шлях доставки пакета до адресата, де під маршрутом розуміється послідовність проходження пакетів через вузли маршрутизації [2].

На відміну від комутаційного обладнання, що обмежується знаннями про сегменти безпосередньо у своїх портах, маршрутизатор має цілісне уявлення про архітектуру зв’язків між підмережами. Це дозволяє йому коректно визначати маршрут навіть за наявності декількох альтернативних шляхів передачі даних. Рішення про вибір оптимального маршруту приймається незалежно кожним маршрутизатором на шляху проходження повідомлення.

Шлюз (gateway) - це пристрій, призначений для трансляції протоколів. Він функціонує як посередник між взаємодіючими мережами, забезпечуючи конвертацію повідомлень у формат, сумісний з іншою мережею. Шлюзи можуть бути реалізовані як програмні рішення на базі стандартних комп'ютерів, так і у вигляді спеціалізованих апаратних засобів. Оскільки трансляція між стеками протоколів є комплексним завданням, що потребує повної інформації про мережеве середовище, шлюзи здійснюють обробку заголовків усіх протоколів, що підлягають конвертації [2].

2 АНАЛІЗ НЕОБХІДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІСНУЮЧОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Планування модернізації мережі

Модернізація локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) ПрАТ «Vega-telecom» спрямована на забезпечення ефективного зберігання та колективного використання інформаційних ресурсів для 123 користувачів (дод. А). Проєкт передбачає впровадження інструментів для доступу до мережі Інтернет та централізованого керування процесами друку документації. ЛОМ має забезпечувати безперебійний доступ до баз даних і внутрішньої нормативної документації (наказів, інструкцій), а також підтримку роботи з комунікаційним програмним забезпеченням для електронної пошти та вебсервісів. Впровадження технічних рішень дозволить оптимізувати обробку фінансової документації та підвищити продуктивність праці персоналу завдяки раціональному використанню апаратних та інформаційних ресурсів.

Технічні вимоги до проєктування ЛОМ [3]:

- функціональна архітектура: ЛОМ повинна об’єднувати робочі станції співробітників, сервери та мережеве комунікаційне обладнання в єдину інфраструктуру;
- продуктивність серверного обладнання: коефіцієнт завантаження серверів не повинен перевищувати 65–75% від їхньої номінальної потужності;
- мережева інфраструктура: рівень навантаження на активне мережеве обладнання має становити не більше 65%;
- пропускна здатність: швидкість передачі даних у магістральних каналах зв’язку повинна складати до 1 Гбіт/с.

2.2 Топологія мережі

Вибір мережевої топології зумовлений специфікою експлуатаційних умов, поставленими завданнями та технічними характеристиками інфраструктури. До ключових факторів, що визначають конфігурацію мережі, належать [4]:

- середовище передачі даних (тип кабельної системи);
- методи доступу до середовища;
- гранично допустима протяжність мережі;
- пропускна спроможність;
- методи передачі даних та інші технічні параметри.

Порівняльний аналіз переваг та недоліків топологій представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння базових мережних топологій

Топологія	Опис	Переваги	Недоліки
Шина	Локальна мережа, в якій зв'язок між будь-якими двома станціями встановлюється через один загальний шлях і дані, що передаються будь-якою станцією, одночасно стають доступними для всіх інших станцій, підключених до цього середовища передачі даних (останню властивість називають широкомовністю).	Економна витрата кабелю. Порівняно недороге і нескладне у використанні середовище передачі. Простота, надійність. Легко розширюється.	При значних обсягах трафіку зменшується пропускна спроможність мережі. Важко локалізувати проблеми. Вихід із ладу кабелю зупиняє роботу багатьох користувачів.
Кільце	Вузли пов'язані кільцевою лінією передачі (до кожного вузлу підходять лише дві лінії); дані, проходячи по кільцю, по черзі стають доступними для всіх вузлів мережі.	Усі комп'ютери мають доступ. Кількість користувачів не має значного впливу на продуктивність	Вихід із ладу одного комп'ютера може вивести з ладу всю мережу. Важко локалізувати проблеми. Зміна конфігурації мережі вимагає зупинки роботи всієї мережі
Зірка	Є центральний вузол, від якого розходяться лінії передачі до кожного з інших вузлів.	Легко модифікувати мережу, додаючи нові комп'ютери. Централізований контроль та управління.	Вихід з ладу центрального вузла виводить з ладу всю мережу

Згідно з даними, наведеними в табл. 2.1, найбільш доцільним варіантом топології для мережі є зіркова топологія із використанням методу доступу

CSMA/CD. Обґрунтуванням цього вибору є її широка поширеність, простота подальшої модифікації, а також високий рівень відмовостійкості.

Відповідно у межах модернізації наявної мережі початкова топологія (дод. Б) залишається без змін, проте потребує заміни мережевих адаптерів на пристрої стандарту Gigabit Ethernet.

2.3 Вибір мережного обладнання

2.3.1 Вибір кабелю

Вибір кабельної інфраструктури зумовлюється типом мережі та її топологією. Фізичні параметри кабелів, що відповідають чинним стандартам, визначаються на етапі виробництва та підтверджуються відповідним маркуванням. На сьогодні проектування більшості мережевих рішень базується на використанні кабелів типу UTP та волоконно-оптичних ліній зв’язку. Використання коаксіального кабелю обмежується винятковими випадками, зокрема організацією низькошвидкісних з’єднань у монтажних шафах [3].

Вита пара являє собою два ізольовані мідні провідники, скручені між собою. Розрізняють два основні типи такого кабелю: неекрановану виту пару (UTP) та екрановану виту пару (STP) (див. рис. 2.1).

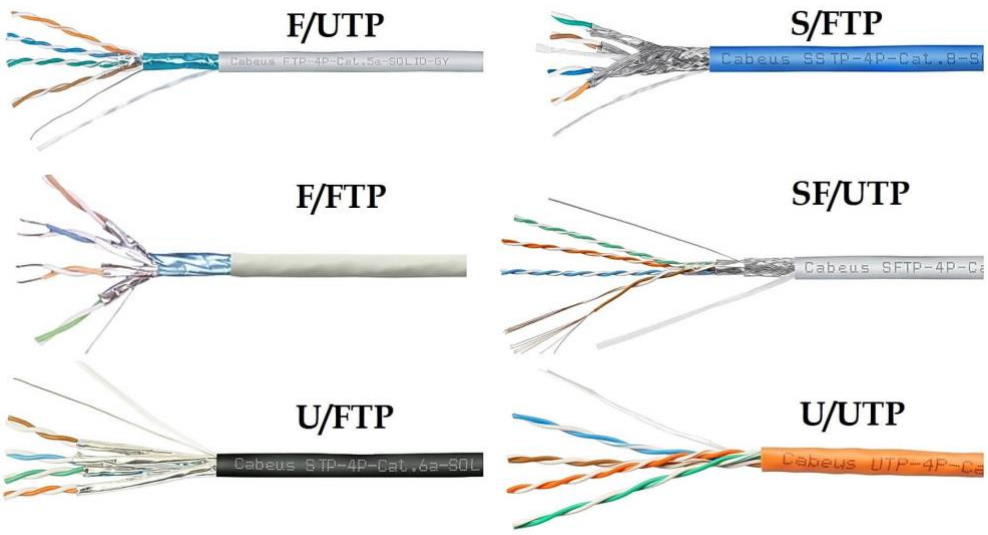


Рисунок 2.1 – Види неекранованої (UTP) та екранованої витої пари

Для формування кабелю декілька пар провідників розміщують у спільній захисній оболонці. Скручування провідників дозволяє мінімізувати вплив

електромагнітних завад, зумовлених як сусідніми парами, так і зовнішніми джерелами (електродвигунами, трансформаторами тощо).

Неекранована вита пара (стандарт 100Base-T) широко застосовується в локальних обчислювальних мережах (ЛОМ), при цьому гранична довжина сегмента становить 100 метрів. Конструкція кабелю передбачає наявність ізольованих мідних провідників, кількість витків на одиницю довжини яких визначається технічними специфікаціями залежно від цільового призначення [4].

Наразі виділяють п’ять основних категорій неекранованої витої пари [4]:

- категорія 1: традиційний телефонний кабель, призначений для передачі мовного сигналу;

- категорія 2: кабель для передачі даних зі швидкістю до 4 Мбіт/с (складається з 4-х пар);

- категорія 3: кабель для передачі даних зі швидкістю до 10 Мбіт/с (складається з 4-х пар з кроком скрутки 9 витків на метр);

- категорія 4: кабель для передачі даних зі швидкістю до 16 Мбіт/с (складається з 4-х пар);

- категорія 5: кабель для передачі даних зі швидкістю до 100 Мбіт/с (складається з 4-х пар мідних провідників).

Однією з критичних характеристик для всіх типів кабелів є рівень перехресних перешкод, що виникають внаслідок електромагнітного впливу сигналів у суміжних провідниках. Неекранована вита пара найбільш вразлива до таких впливів, тому для їх мінімізації доцільно застосовувати екранування.

У процесі моделювання мережі було використано неекрановану виту пару категорії 5е.

2.3.2 Аналіз та вибір комутаторів

До модернізації локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) у ПрАТ «Vega-telecom» функціонував один комутатор. Передпроектний аналіз виявив, що впровадження додаткового функціоналу призвело до суттєвого зростання навантаження на мережеве обладнання. З метою оптимізації продуктивності мережі та забезпечення масштабованості для збільшення кількості робочих місць було прийнято рішення про встановлення додаткового комутатора. Для забезпечення повної апаратної сумісності було обрано обладнання виробника D-Link.

Порівняльні характеристики моделей комутаторів D-Link наведено в таблицях 2.2-2.4.

Таблиця 2.2 - Порівняльна характеристика комутаторів D-Link

Характеристика	DES-3852	DES-3526	DES-3550	DES-3010G	DES-3018	DES-3026
Опис	Комутатор 3 рівня, 48 портів 10/100Base-TX + 2 комбіновані порти 1000Base-T/SFP	Комутатор 2 рівня, 24 порти 10/100Base-TX + 2 комбіновані порти 1000Base-T/Mini-GBIC	Комутатор 2 рівня, 48 портів 10/100Base-TX + 2 комбіновані порти 1000Base-T/Mini-GBIC	Комутатор 2 рівня, 8 портів 10/100Base-TX + 1 порт 1000Base-T + 1 порт Mini-GBIC	Комутатор 2 рівня, 16 портів 10/100Base-TX + 2 слоти розширення	Комутатор 2 рівня, 24 порти 10/100Base-TX + 2 слоти розширення
Стекування	Так (через SIM, до 32 пристроїв)	Так (через SIM, до 32 пристроїв)	Так (через SIM, до 32 пристроїв)	Так (через SIM, до 32 пристроїв)	Так (через SIM, до 32 пристроїв)	Так (через SIM, до 32 пристроїв)
Резервне джерело живлення	Так (DPS-200)	Так (DPS-200)	Так (DPS-200)	Ні	Ні	Ні
Швидкість передавання 64-байтових пакетів	11,7 Mpps	6,6 Mpps	10,1 Mpps	4,2 Mpps	5,4 Mpps	6,6 Mpps
Розмір таблиці MAC-адрес	16K	8K	8K	8K	8K	8K
Статична таблиця MAC-адрес	128	256	256	256	256	256
SDRAM процесора	128 MB	64 MB	128 MB	32 MB	32 MB	32 MB
Розмір буфера пакетів	32 MB	8 MB	64 MB	256 KB	256 KB	256 KB
MTBF	102 737 годин	53 818 годин	49 414 годин	247 500 годин	130 465 годин	123 925 годин

За результатами аналізу, як основний комутатор було обрано модель D-Link DES-3526 (рис. 2.2).

D-Link DES-3526 - це керований комутатор рівня 2 зі швидкістю передачі даних 10/100 Мбіт/с, спроектований для підвищення продуктивності робочих груп та забезпечення високого рівня гнучкості мережевої інфраструктури. Пристрій оснащений 24 портами 10/100 Мбіт/с для підключення робочих станцій та двома мідними гігабітними портами для підключення серверів, що дозволяє оптимізувати пропускну здатність мережі та зменшити час відгуку [5].



Рисунок 2.2 - Комутатор D-Link DES-3526

Комутатор підтримує автоузгодження швидкостей 10BASE-T, а також автоматичне визначення режимів повного та напівдуплексу, що робить його оптимальним рішенням для інтеграції в мережі невеликих робочих груп [5].

Порведемо вибір некерованих комутаторів для горизонтальної підструктури та розміщення у окремих кімнатах.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика некерованих комутаторів

Модель	DES-1100-16	DES-1008A	DES-1016D
опис	Некерований компактний комутатор EasySmart з 16 портами 10/100Base-TX	Некерований комутатор із 8 портами 10/100Base-TX.	некерований комутатор 10/100 Мбіт/с 2 рівня.
Живлення	Від електромережі	Від електромережі	Від електромережі
Пропускна спроможність	3.2 Гбіт/с	1.6 Гбіт/с	3.2 Гбіт/с
MTBF	597 тис. годин	-	-
MAC Address Table	8000 адрес	1000 адрес	8000 адрес

DES-1016D - це некерований комутатор другого рівня зі швидкістю передачі даних 10/100 Мбіт/с, розроблений для оптимізації продуктивності невеликих робочих груп шляхом забезпечення високої пропускної здатності. Завдяки поєднанню високої функціональності та простоти експлуатації, пристрій дозволяє підключати мережеве обладнання зі швидкістю 10 Мбіт/с або 100 Мбіт/с до будь-якого порту, що сприяє зменшенню часу відгуку мережі та задоволенню вимог до інтенсивного трафіку [6].

Комутатор оснащений 16 портами 10/100 Мбіт/с, що забезпечує гнучкість при інтеграції мереж стандартів Ethernet та Fast Ethernet. Пристрій підтримує функцію автоузгодження швидкості мережі, стандартів 10Base-T та 100Base-

TX, а також автоматичне визначення режимів передачі даних (напівдуплексний або повнодуплексний) [6].

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика магістральних комутаторів

Модель	DGS-3120-24TC	DGS-1500-28/A1	DGS-1024D
Опис	Керований комутатор (20UTP 10/100/1000Mbps + 4Combo 1000BASE-T/SFP)	Web Smart Switch (24UTP 10/100/1000Mbps+ 4 SFP	Комутатор із 24 портами 10/100/1000Base-T
Живлення	Від електромережі	Від електромережі	Від електромережі
Пропускна спроможність	88 Гбіт/с, для стекування до 40 Гбіт/с	56 Гбіт/с	2 Гбіт/с
MTBF	561 тис. годин	-	-
MAC Address Table	16000 адрес	16000 адрес	-

DGS-1024D - новий настільний комутатор Gigabit Ethernet від D-Link, що забезпечує просте та економічно ефективне рішення для модернізації мережевої інфраструктури. Пристрій дозволяє робочим групам суттєво підвищити пропускну здатність мережі з мінімальними витратами [7].

Комутатор оснащений 24 портами Gigabit Ethernet, що гарантує швидкий доступ до серверних ресурсів та ефективне опрацювання високих мережевих навантажень. Завдяки технології plug-and-play та підтримці стандартних кабелів кручена пара категорії 5, пристрій дозволяє підвищити продуктивність без потреби в прокладанні оптоволоконних ліній чи складній переконфігурації мережі. Усі порти підтримують автоматичне визначення швидкості (10/100/1000 Мбіт/с) та автоузгодження напів- або повнодуплексного режиму роботи [7].

2.3.3 Вибір IP-камери

Для кращої сумісності будемо розглядати різновиди IP-камер того ж виробника що й мережне обладнання. Порівняльний аналіз IP-камер показано в табл. 2.4.

За результатами аналізу обираємо IP-камеру D-Link DCS-4802E (рис. 2.3).

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика IP-камер D-Link

Характеристика	D-Link DCS-4602EV	D-Link DCS-4703E	D-Link DCS-4718E	D-Link DCS-4802E
Короткий опис	Купольна зовнішня IP-камера Full HD з ІЧ-підсвічуванням	Циліндрична зовнішня IP-камера для цілодобового відеоспостереження	Високопродуктивна IP-камера з підтримкою WDR та нічного режиму	IP-камера з роздільною здатністю 4 Мп для професійних систем відеоспостереження
Стиснення відео	H.265, H.264, MJPEG	H.265, H.264, MJPEG	H.265, H.264, MJPEG	H.265, H.264, MJPEG
Кут огляду	106°	104°	103°	110°
Роздільна здатність відео	1920 × 1080 (2 Мп)	2304 × 1296 (3 Мп)	3840 × 2160 (8 Мп, 4K UHD)	2688 × 1520 (4 Мп)
Цифрове збільшення	10×	10×	10×	10×
Тип матриці	1/2.8" CMOS	1/2.8" CMOS	1/2.5" CMOS	1/3" CMOS
ІЧ-підсвічування	До 30 м	До 30 м	До 30 м	До 30 м
PoE	IEEE 802.3af	IEEE 802.3af	IEEE 802.3af	IEEE 802.3af
Ступінь захисту	IP66	IP66	IP66	IP66
Призначення	Зовнішнє та внутрішнє спостереження	Охорона територій та будівель	Об'єкти з високими вимогами до деталізації	Підприємства, офіси, навчальні заклади



Рисунок 2.3 - IP-камера D-Link DCS-4802E

DCS-4802E - це компактне рішення для побудови професійної системи відеоспостереження високої чіткості, призначене для захисту об'єктів комерційної та приватної нерухомості. Завдяки всепогодному корпусу, що відповідає стандарту IP66, камера придатна для внутрішнього та зовнішнього монтажу як на стіни, так і на стелі [8].

Пристрій підтримує алгоритми стиснення відео в реальному часі, зокрема H.265, H.264 та MJPEG (для DCS-4802E rev. B) або H.264 та MJPEG (для DCS-4802E rev. A), що дозволяє оптимізувати використання пропускної здатності мережі та забезпечити високу якість зображення. Дані технічні характеристики роблять камеру ефективним інструментом для моніторингу громадських місць, контролю доступу до обмежених зон та охорони периметра [8].

Модель DCS-4802E обладнана 2-мегапіксельним CMOS-сенсором, який забезпечує чітке зображення у форматі Full HD (1080p). Технологія WDR гарантує високу деталізацію навіть у складних умовах освітлення, зокрема при контровому світлі чи його різких перепадах. Для цілодобового спостереження передбачено автоматичний інфрачервоний фільтр (ICR) та вбудовану ІЧ-підсвітку з ефективною дальністю дії до 20 метрів, що забезпечує стабільну роботу в умовах повної темряви [8].

У комплект постачання входить програмне забезпечення D-ViewCam, яке надає можливість централізованого керування системою з підтримкою до 32 камер. Функціонал ПЗ включає інструменти для перегляду архівних записів та налаштування системи автоматичних сповіщень електронною поштою у разі виявлення підозрілої активності [8].

3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Розрахунок загальної довжини кабелю

При розрахунку довжини горизонтального кабелю враховуються наступні регламентовані положення: кожна телекомунікаційна розетка з’єднується з комутаційним обладнанням кросового вузла окремою кабельною лінією. Відповідно до стандарту ISO/IEC 11801, гранична довжина кабелів горизонтальної підсистеми становить 90 м. При проектуванні трас враховуються конфігурації кабельних каналів, включаючи всі спуски, підйоми та повороти [9].

Існує два методи визначення необхідної кількості кабелю для горизонтальної підсистеми:

- метод підсумовування;
- емпіричний метод.

Метод підсумовування передбачає розрахунок довжини кожної окремої горизонтальної траси з наступним їх додаванням. До отриманого значення додається технологічний запас (до 10%), а також запас для термінування кабелю в розетках та на патч-панелях. Перевагою цього методу є висока точність. Проте за відсутності засобів автоматизованого проектування (ЗАПР) цей підхід є надмірно трудомістким, особливо для систем з великою кількістю портів, що ускладнює порівняння різних варіантів організації кабельної інфраструктури. Використання цього методу доцільне лише за наявності спеціалізованого програмного забезпечення, яке автоматизує облік усіх геометричних особливостей трас та розрахунок загальної довжини кожного сегмента [10].

Емпіричний метод є найбільш ефективним, оскільки він базується на положеннях центральної граничної теореми теорії ймовірностей. Практичний досвід свідчить, що цей метод забезпечує високу точність для кабельних систем, кількість робочих місць у яких перевищує 30. Його сутність полягає у використанні узагальнених показників для визначення загальної довжини кабелю, необхідної для реалізації проекту [10].

На основі прийнятих припущень середня довжина кабельних трас (L_{av}) визначається наступним чином:

$$L_{av} = \frac{(L_{\max} + L_{\min})}{2} \cdot K_s + X,$$

де $L_{\min}$ та $L_{\max}$ - довжина кабельної траси від точки введення кабельних каналів у кросове приміщення до телекомунікаційної розетки (для найближчого та найвіддаленішого робочих місць відповідно), розрахована з урахуванням особливостей прокладання: усіх спусків, підйомів, поворотів та міжповерхових переходів;

K_s - коефіцієнт технологічного запасу, що становить 1,1 (10%).

X = X1 + X2 - запас кабелю для виконання монтажних робіт. З боку робочого місця (X1) значення приймається рівним 30 см. З боку кросового приміщення (X2) показник визначається його розмірами та дорівнює відстані від точки входу горизонтальних кабелів до найвіддаленішого комутаційного елемента, з урахуванням усіх технологічних вигинів та перепадів висот.

Кількість кабельних прокладок (N_{cr}), що забезпечується однією котушкою, розраховується за формулою:

$$N_{cr} = \frac{L_{cb}}{L_{av}},$$

де L_{cb} - загальна довжина кабелю в котушці (стандартні значення: 305, 500 та 1000 м); результат розрахунку округлюється до найменшого цілого числа.

Загальна довжина кабелю (L_c), необхідна для створення кабельної системи, визначається на фінальному етапі:

$$L_c = L_{cb} \cdot \frac{N_{t0}}{N_{cr}},$$

де N_{t0} - загальна кількість телекомунікаційних розеток.

3.2 Розрахунок згасання сигналу

Оскільки мережева інфраструктура перебуває на стадії проєктування, а фактичні показники потужності вхідного та вихідного сигналів наразі не визначені, розрахунок згасання сигналу здійснюється згідно з нормативними таблицями граничних значень для кабелів типу «вита пара» стандарту 100BASE-TX (імпеданс 120 Ом, частота 100 МГц) [11].

Відповідно до стандарту ISO/IEC 11801, втрати потужності сигналу на ділянці мережі розподіляються таким чином [11]:

- втрати при підключенні витої пари до мережевого адаптера - 0,2 дБ;
- втрати при підключенні витої пари до комутатора - 0,2 дБ;
- втрати на 100 м витої пари - 9,8 дБ.

Гранично допустиме згасання сигналу в межах сегмента витої пари становить 10,8 дБ. Сумарне згасання сигналу визначається як сума втрат у кабельному середовищі та комутаційних з'єднаннях [11].

З огляду на те, що комутаційне обладнання виконує функцію підсилення сигналу, розрахунок проводиться для ділянок мережі до найближчого комутатора. Для оцінки надійності системи доцільно провести розрахунок згасання для сегментів максимальної довжини.

Розрахунок здійснюється за формулою (1):

$$Z_{сигналу} = P_{С.К} + P_К + (P_{В.П.100} * L_М) / 100,$$

де: $P_{С.К}$ - втрати при з'єднанні витої пари з мережевим адаптером (0,2 дБ);

- $P_К$ - втрати при з'єднанні витої пари з комутатором (0,2 дБ);
- $P_{В.П.100}$ - втрати на 100 м витої пари (9,8 дБ);
- $L_М$ - довжина максимального сегмента мережі від термінального обладнання до комутатора.

Згідно з проведеним аналізом мережі що модернізується (дод. В), довжина найбільш протяжних сегментів становить: 52,5, 48 та 46,5 метрів.

Відповідно

для 52,5 м - 0,2 +52,5 * 9,8 / 100 +0,2 = 5,545 *дБ*

для 48 м - 02+48*9,8/100+02=5,104 *дБ*

для 46,5 м - 0,2 +46,5 * 9,8 / 100 +0,2 = 4,957 *дБ*

З розрахунків можна зробити висновок що граничного значення згасання не досягли, отже планована кабельна структура працездатна.

3.3 Обчислення необхідної пропускної спроможності для відеоспостереження

Для розрахунку необхідної пропускної здатності IP-камери потрібно знати [10]:

- роздільну здатність;
- частоту кадрів;
- кодек стиснення;
- бітрейт відеопотоку.

Камера D-Link DCS-4802E підтримує кодеки H.265, H.264 та MJPEG, а також налаштування бітрейту, частоти кадрів і роздільної здатності.

Припустимо, що використовується:

- кодек H.265;
- максимальна роздільна здатність;
- 30 кадрів/с;
- режим CBR.

Для 4 Мп камер із H.265 типовий робочий бітрейт становить 4–8 Мбіт/с, а для максимальної якості рекомендують близько 8 Мбіт/с.

Відповідно необхідна пропускна здатність однієї камери буде визначатися за формулою

$$B=R\times K$$

де: R - бітрейт відео (Мбіт/с); K - коефіцієнт запасу (зазвичай використовують запас 20%).

$$B = 8\times 1.2 = 9.6 \text{ Мбіт/с}.$$

Отже, для однієї камери необхідно приблизно 10 Мбіт/с пропускної здатності мережі.

3.4 Забезпечення надійності та безпеки корпоративної мережі

Якість інформаційної системи визначається сукупністю характеристик, що зумовлюють її здатність задовольняти встановлені потреби відповідно до цільового призначення. Ключовими показниками якості інформаційних систем є надійність, достовірність та безпека.

Надійність - це властивість системи зберігати в установлених межах значення параметрів, що забезпечують виконання необхідних функцій у заданих режимах та умовах експлуатації. Надійність є інструментом забезпечення своєчасності та достовірності вихідних даних. Останній показник має критичне значення для функціонування системи, оскільки концептуально охоплює й вимоги до своєчасності інформації [10].

Достовірність функціонування відображає здатність системи здійснювати безпомилкові перетворення інформації. Цей показник безпосередньо визначається та вимірюється якістю вихідної інформації.

Безпека інформаційної системи полягає у забезпеченні конфіденційності та цілісності даних, а саме - у їх захисті від несанкціонованого доступу, розкриття, модифікації чи знищення.

Надійність є комплексною характеристикою, що об’єднує низку суміжних властивостей [10]:

- безвідмовність - здатність системи зберігати працездатний стан протягом визначеного періоду часу або обсягу напрацювання;

- ремонтопридатність - адаптованість системи до виявлення та усунення відмов і пошкоджень, а також відновлення її функціональності шляхом технічного обслуговування та ремонту;

- довговічність - здатність системи підтримувати працездатний стан до досягнення граничного стану, за якого подальша експлуатація стає технічно неможливою або економічно недоцільною.

Фундаментальним поняттям теорії надійності є відмова - повна або часткова втрата працездатності системи (або її окремого елемента). Залежно від характеру виникнення, надійність класифікують за трьома видами: апаратна, ергатична та програмна.

У багатофункціональних системах застосовується концепція

функціональної надійності, яка визначає спроможність системи виконувати локальні завдання. Цей підхід є критично важливим, оскільки різні функції системи мають неоднакову пріоритетність, підтримуються різними підсистемами та підпорядковуються специфічним вимогам.

Класифікація систем у межах теорії надійності базується на низці ознак, зокрема: відновлюваність, невідновлюваність, наявність або відсутність технічного обслуговування. У контексті підприємства розглядається відновлювана система, працездатність якої підлягає реставрації після виникнення збоїв [10].

Для користувачів складних інформаційних систем (ІС) ключовим показником надійності є коефіцієнт готовності (Kg), що відображає відношення часу справного стану системи до загального часу з урахуванням незапланованих простоїв [10].

Забезпечення надійності технічних компонентів ІС на підприємстві здійснюється шляхом впровадження апаратних та програмних методів.

Апаратні методи передбачають використання надмірності:

- паралельне виконання операцій на ідентичних компонентах із подальшою верифікацією результатів для виявлення помилок;

- забезпечення безперервності роботи через автоматичне перемикання на резервні компоненти у разі виходу з ладу основного модуля.

Програмні методи передбачають:

- послідовне виконання інформаційних процесів із дублюванням даних;

- автоматизоване відновлення функціонування операційних систем, прикладного програмного забезпечення та цілісності даних.

Для підвищення стійкості технічної інфраструктури впроваджуються такі заходи: резервування (дублювання) обчислювальних засобів та мережевих сегментів, використання стандартних протоколів передачі даних, а також застосування спеціалізованих засобів захисту [11].

Для мінімізації загроз, пов'язаних з вірусним програмним забезпеченням та мережевими атаками, використовується програмний комплекс ESET NOD32 Antivirus. Рішення інтегрує антивірусний модуль, міжмережевий екран, антиспамові та антишпигунські фільтри, а також функціонал контролю доступу. Система захисту базується на комбінації сигнатурного, евристичного та поведінкового аналізу.

Модуль «Антишпигун» забезпечує захист від несанкціонованої передачі конфіденційних даних. Зокрема, у разі спроби програмного коду, що не має цифрового підпису Microsoft, звернутися до «Захищеного сховища Windows» (де зберігаються паролі та облікові дані), система негайно сповіщає користувача та блокує несанкціонований доступ.

Функціонал «Батьківського контролю» адаптовано для корпоративного використання з метою обмеження нецільового використання мережі Інтернет персоналом. Система дозволяє формувати «білі» та «чорні» списки ресурсів, блокувати доступ до небажаних сайтів та здійснювати моніторинг активності користувачів шляхом реєстрації відповідних подій у лог-файлах.

Важливим удосконаленням стало суттєве підвищення швидкодії компонента «Мережевий екран». Згідно з офіційними даними розробників, користувачі, чия діяльність потребувала стабільного високошвидкісного інтернет-з'єднання (зокрема гравці онлайн-проєктів), раніше відзначали зниження продуктивності мережі при роботі ESET NOD32 Antivirus. У новій версії зазначену проблему було усунуто, завдяки чому пропускна здатність мережі значно зросла.

Ключовим елементом ESET NOD32 є антивірусний сканер. У попередніх версіях було впроваджено технології оптимізації сканування, які передбачають ігнорування вже перевірених об'єктів, а також механізм динамічного перерозподілу системних ресурсів. Під час первинного запуску файловий антивірус потребує певного часу для інспекції об'єктів у пам'яті, проте надалі ці дані не перевіряються повторно, що виключає затримки при роботі системи.

Функціонування файлового антивірусу базується на трьох методах захисту: сигнатурному, евристичному та поведінковому. Найбільш ресурсомістким є евристичний аналіз, який передбачає запуск програми у безпечному середовищі для моделювання її подальшої активності. Це дозволяє з високою точністю ідентифікувати потенційні загрози до того, як програма почне роботу у звичайному режимі.

Хоча за замовчуванням евристичний аналізатор вимкнений, рекомендовано періодично проводити повну перевірку системи із залученням цього модуля навіть на комп'ютерах з обмеженими апаратними ресурсами. Додатковим нововведенням став індикатор впливу налаштувань файлового антивірусу на продуктивність. У вікні параметрів передбачено візуальну шкалу

(червоного, жовтого або зеленого кольору), яка в режимі реального часу демонструє рівень навантаження на систему залежно від обраних налаштувань.

3.5 Методи захисту інформації на підприємстві

Система забезпечення інформаційної безпеки на підприємстві реалізується шляхом комплексного багаторівневого підходу, що включає законодавчу, адміністративну, процедурну та програмно-апаратну складові.

1. Законодавчий рівень

Цей рівень охоплює систему нормативно-правових актів, урядових постанов та державних стандартів, що регламентують правила використання та обробки конфіденційної інформації, а також визначають відповідальність за порушення встановлених норм. На підприємстві застосовуються такі інструменти правового захисту:

- міжнародні стандарти у сфері інформаційної безпеки;
- Цивільний кодекс;
- законодавчі акти про комерційну таємницю.

2. Програмно-апаратний рівень

Комплекс технічних та програмних засобів, спрямованих на забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності даних. У ПрАТ «Vega-telecom» впроваджено такі рішення:

- системи ідентифікації та автентифікації користувачів (використання логінів та паролів для доступу до робочих станцій);
- антивірусне програмне забезпечення (ESET NOD32 Antivirus);
- засоби аналізу системних журналів для моніторингу подій безпеки.

3. Процедурний рівень

Регламентація та впровадження організаційних заходів, спрямованих на мінімізацію внутрішніх загроз. Ключові аспекти включають:

- управління персоналом: процес залучення фахівців з інформаційної безпеки до етапу формування посадових інструкцій. Система базується на принципах розмежування обов’язків та мінімізації привілеїв доступу до інформаційних ресурсів;
- фізичний захист: забезпечення безпеки інформаційної системи шляхом контролю та захисту фізичного середовища, у якому функціонує IT-інфраструктура підприємства.

ВИСНОВКИ

В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій дані є ключовим стратегічним ресурсом. Ефективність функціонування сучасних комерційних, фінансових та муніципальних установ безпосередньо залежить від надійності локальних обчислювальних мереж (ЛОМ). За останнє десятиліття мережеві рішення стали стандартом оптимізації ІТ-інфраструктури, забезпечуючи економічно ефективний колективний доступ до ресурсів. Об’єднання серверного обладнання, робочих станцій та периферійних пристроїв у єдину мережеву структуру дозволяє мінімізувати простої технічних засобів, забезпечуючи суттєву оптимізацію капітальних витрат на закупівлю та подальше технічне обслуговування обладнання.

Модернізація корпоративної мережі ПрАТ «Vega-telecom» (Vega) дозволила повністю усунути наявні інфраструктурні обмеження:

1. Заміна мережевих адаптерів та встановлення додаткових комутаторів знизили завантаження критичних вузлів до безпечного рівня, виключивши втрати пакетів.

2. Впровадження технологій Gigabit Ethernet забезпечило надійну роботу сучасних сервісів, включаючи IP-телефонію та 4-мегапіксельне відеоспостереження.

3. Створена архітектура ЛОМ має значний технологічний запас, є повністю масштабованою та забезпечує надійний захист комерційної таємниці компанії.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. https://vega.ua/about_company (дата звернення 20.06.2026)
2. Тарнавський Ю.А., Кузьменко І. М. Організація комп'ютерних мереж: підручник: для студ. спеціальності 121 "Інженерія програмного забезпечення" та 122 "Комп'ютерні науки" / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 259 с.
3. Задерейко О.В. Комп’ютерні мережі [Електронний ресурс]: навчальний посібник / О.В. Задерейко, Н.І. Логінова, А.А. Толокнов. – Одеса, 2022. – 249 с.
4. Олещенко Л.М. Організація комп'ютерних мереж: конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 121 "Інженерія програмного забезпечення", спеціалізації "Програмне забезпечення комп'ютерних та інформаційно-пошукових систем" / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 225 с.
5. D-Link DES-3526 [Електронний документ] - Режим доступу: https://mstream.com.ua/ru/switch-router/upravlayemie-L2-kommutatori/d-link-des-3526.html (дата звернення 20.06.2026)
6. DES-1016D [Електронний документ] - Режим доступу: https://lanmarket.ua/ua/neupravlyaemyy/des-1016d/ (дата звернення 20.06.2026)
7. DGS-1024D [Електронний документ] - Режим доступу: https://lanmarket.ua/ua/neupravlyaemyy/dgs-1024d/ (дата звернення 20.06.2026)
8. DCS-4802E [Електронний документ] - Режим доступу:https://esell.com.ua/videonablyudenie/videokamery/ip-kamera-d-link-dcs-4802e-upa-fullhd_-wdr_-poe_-vneshnyaya_-nochnaya-semka (дата звернення 20.06.2026)
9. Оліфер, В.Г., Оліфер, Н.О. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи: Підручник для вузів. Видання четверте. [Текст] Видавництво: Пітер: 2020. - 1000 с.
10. Стен Шатт "Світ комп'ютерних мереж ", Київ, "BHV", 2009.
11. Комп’ютерні мережі : Навчальний посібник / В. Г. Хоменко, М. П. Павленко. – Донецьк : ЛАНДОН-ХХІ, 2011. – 316 с.