

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут кібернетики, інформаційних технологій
та інженерії

Кафедра комп'ютерних наук та прикладної математики

«До захисту допущений»

Завідувач кафедри комп'ютерних наук
та прикладної математики

_____ Турбал Ю.В.

« _____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Апаратні та програмні рішення для постачальників послуг інтернету

Виконав: Гелета Назарій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», група КН-41

_____ (підпис)

Керівник: старший викладач Герус Володимир Андрійович

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рівне – 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

РЕФЕРАТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ I. ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ ПОСЛУГ ДОСТУПУ ДО ІНТЕРНЕТУ	7
1.1 Інтернет	7
1.1.1 Трансляція мережевих адрес (<i>NAT</i>). Види та схеми роботи.	8
1.1.2 Протокол <i>TCP</i>	9
1.1.3 Різниця протоколу <i>IPv6</i> від <i>IPv4</i>	11
1.2 Фізичний рівень моделі OSI	12
1.2.1 Канальний рівень OSI.	14
1.2.2 Засоби фізичного рівня	15
1.3 Комутація	16
1.3.1 Маршрутизація	17
1.4 Найбільш поширена технологія інтернет-провайдингу ETHERNET	18
1.4.1 Швидкий Ethernet	20
1.4.2 Гігабітний (Gigabit) Ethernet	20
1.4.3 10-ти Gigabit Ethernet	21
1.4.4 Комутований Ethernet	21
1.4.5 Конфігурація	22
1.5 Технологія та провайдинг інтернету GPON	23

1.6 2G, 3G, 4G – мобільний інтернет	27
РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАДАННЯ ІНТЕРНЕТ-ПОСЛУГ	29
2.1 Вибір та комплектація обладнання для інтернет-провайдерів: рекомендації та приклади	29
2.1.1 Комплект обладнання для інтернет-провайдера.....	29
2.1.2 Техніка GPON.	44
РОЗДІЛ III . ОЦІНКА ПОКРИТТЯ МЕРЕЖ МОБІЛЬНОГО ТА ДОМАШНЬОГО ІНТЕРНЕТУ.....	48
3.1 Покриття ділянки.....	48
3.2 Рівні провайдингу.....	48
3.3 Дослідження функціонування мобільної інтернет-мережі в Україні.	50
3.3.1 Оператор Київстар	50
3.3.2 Оператор Vodafone	55
3.3.3 Оператор Lifecell.....	61
3.3.4 Інтернет GPON.....	65
3.3.5 Підключення по технології Ethernet.....	66
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 73 с., 51 рисунок, 14 джерел

Мета роботи – створення апаратного та програмного забезпечення для організації діяльності компанії з надання інтернет-послуг.

Об'єкт дослідження – інтернет-підключення для домашнього та мобільного використання в регіонах України.

Предмет дослідження – розробка комп'ютерної мережі для забезпечення доступу до Інтернету.

Методи вивчення – вивчення інтернет-сигналу за допомогою програм моніторингу, огляд теоретичних даних та практичних випробувань. Вибір останніх версій апаратних засобів та програмного забезпечення.

Створено комплекс апаратно-програмних засобів для провайдера інтернет-послуг, використовуючи сучасні технології розгортання мережевих інфраструктур. Використання новітніх технологій, таких як спеціалізоване мережеве обладнання та програмне забезпечення для моніторингу і управління мережею, забезпечує високу якість та надійність інтернет-послуг. Завдяки впровадженню ефективних рішень у проектуванні та налаштуванні мережі, досягається стабільність зв'язку та швидкий доступ до Інтернету для кінцевих користувачів. Це дозволяє операторам забезпечувати високий рівень обслуговування, управляти технічною інфраструктурою та забезпечувати безперервність роботи мережі.

Ключові слова: Інтернет-провайдинг, комп'ютерні мережі, апаратні засоби, програмне забезпечення, мережеві технології, інтернет-послуги, мобільний інтернет, домашній інтернет, технічна інфраструктура, IP-адресація, протоколи передачі даних, моніторинг мережі, пакетна комутація, трансляція IP-адрес, оцінка провайдерів, мережеві протоколи, маршрутизація, комутація, налаштування серверів, інтернет-інфраструктура.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

NAT	–	<i>Network Adress Translation</i>
IP	–	<i>Internet Protocol</i>
DNS	–	<i>Domain Name Service (сервер доменних імен)</i>
FTP	–	<i>File Transfer Protocol (протокол передачі файлів)</i>
LLC	–	<i>Logical Link Control</i>
LAN	–	<i>локальна мережа (ЛОМ)</i>
3G	–	<i>Third generation</i>
4G	–	<i>Fourth Generation</i>
SAN	–	<i>Storage Area Networks</i>
SMB	–	<i>Small–Medium Business</i>
MAC	–	<i>Media Access Control</i>
TCP/IP	–	<i>Transmission Control Protocol/Internet <u>Protocol</u> (протокол управління передачею)</i>
URL	–	<i>Universal Resource Locator (адреса сторінки в Інтернеті)</i>
WWW	–	<i>World Wide Web (загальносвітове навування)</i>
LTE	–	<i>Long Term Evolution</i>

ВСТУП

Сьогодні бути онлайн – це вже не розкіш, а необхідність. Інтернет сприяв розвитку соціальної, економічної та освітньої сфер. Надайте можливості для спілкування, інформації, розвитку бізнесу чи навчання. Незважаючи на це, все ще існує значний цифровий розрив між міськими та сільськими поселеннями, особливо в селищах міського типу, де інтернет-інфраструктура часто залишається нерозвиненою.

Дана стаття присвячена дослідженню міської житлової мережі Інтернет та розробці програмно-апаратних рішень для її побудови. Актуальність роботи полягає у важливості забезпечення рівноправного доступу до інтернету, незалежно від місцезнаходження.

По-перше, Інтернет-провайдер – це компанія або комерційна організація, яка надає послуги підключення до Інтернету. Він діє як посередник між клієнтами та глобальною мережевою інфраструктурою, надаючи доступ до Інтернету в обмін на фіксовану плату (зазвичай сплачується щомісяця). Більшість людей не замислюються про те, як саме працює провайдер, тому що для цього потрібно розуміти всю послідовність побудов інфраструктури та технологій, і ці послідовності змінюються майже щогодини.

Результати цього проекту мають важливе теоретичне та практичне значення. З теоретичної точки зору вони допоможуть краще зрозуміти специфіку розвитку інтернет-інфраструктури в менш урбанізованих районах. З практичної точки зору, місцева влада, Інтернет-провайдери та інші зацікавлені сторони можуть використовувати рекомендації щодо будівництва, розроблені на основі дослідження, для планування та реалізації заходів щодо покращення доступу до Інтернету в міських поселеннях.

У цій дипломній роботі я поясню основи інтернет-провайдингу, принципи їх роботи, на чому вони працюють та вибір локації.

РОЗДІЛ I. ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ ПОСЛУГ ДОСТУПУ ДО ІНТЕРНЕТУ

1.1 Інтернет

Інтернет є великою світовою мережею комп'ютерів, яка функціонує, як поштова система, але з “секундною” швидкістю передачі даних. Так само, як поштові служби надають послуги людям у відправці листів з повідомленнями один одному, інтернет-мережа дозволяє комп'ютерам обмінюватися малими та великими фрагментами цифрової інформації. Щодо технології з технічної точки зору, інтернет виконує свою роботу за технологією комутації пакетів. В цьому процесі задіяна універсальна "мова" комунікації, як TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Коли ви підключені до мережі, ви отримуєте унікальну IP-адресу звідки відправляються дані та IP-пакет з адресою отримувача. Ця технологія відома, як “client-to-server”. За розумінням користувача, дані передаються з його програми на програму отримувача, наприклад, між веб-браузером користувача та веб-сервером сайту. У висновку ми можемо уявити “хмарне” з'єднання між парою програм. Саме таке розуміння про інтернет має звичайний користувач.

З'єднання за IP адресою має інші параметри, такі як порт одержувача та порт відправника. Вони виступають як локальні ідентифікатори специфічних програм на комп'ютері. У підсумку, передача даних здійснюється відповідно до певних норм або "протоколів". Є такі два ключові протоколи для передачі даних: TCP і UDP. Саме “Транспортний протокол” – це основний параметр, який регулює передачу даних в мережі Інтернет, таким чином адресат і адресант вказуються в парі (IP- адреса та порт). Через таку характеристику застосовуються технології: NAT (*Network Address Translation*), або ж точніше - NAPT (*Network Address & Port Translation*).

1.1.1 Трансляція мережевих адрес (NAT). Види та схеми роботи.

NAT — це метод, який дозволяє змінювати приватні IP-адреси на публічні та навпаки. Приватні IP-адреси використовуються в межах локальних мереж, як-от в домівках чи на робочих місцях, і вони не можуть бути безпосередньо використані для з'єднань через Інтернет. В той час як публічні IP-адреси є доступними в глобальній мережі та можуть бути використані для з'єднань з будь-якої точки світу.

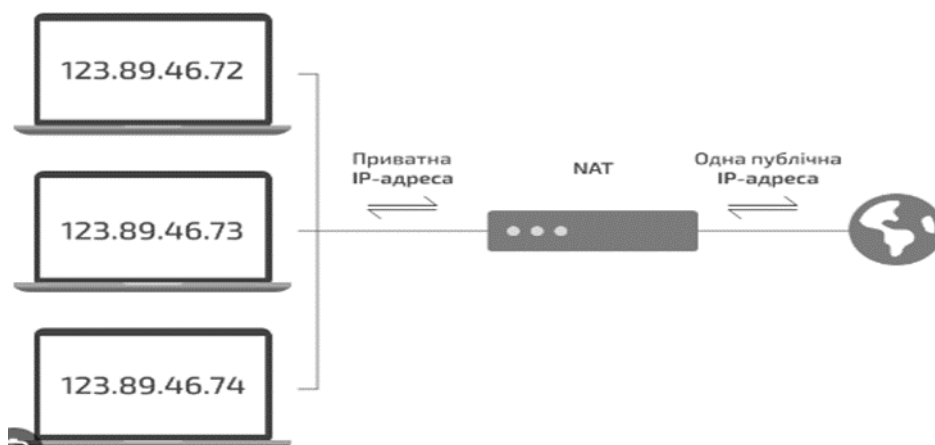


Рис. 1.1. - трансляція мережевих адрес NAT

Головна функція NAT полягає в можливості підключення кількох пристроїв з приватними IP до Інтернету через одну публічну IP-адресу. Це робиться шляхом призначення унікальної приватної IP-адреси кожному пристрою в локальній мережі та їх подальшого використання під однією загальнодоступною IP-адресою через маршрутизатор.

Пристрій для перекладу мережевих адрес (NAT) забезпечує трансформацію IP-адрес. Він виступає як посередник між приватною мережею та глобальним Інтернетом, конвертуючи приватні IP-адреси у публічні, що можуть бути використані для маршрутизації в Інтернеті. Для цього процесу NAT використовує спеціальну таблицю перекладу для зміни IP-адрес. Коли пристрій з приватної мережі відправляє дані в Інтернет, маршрутизатор звертається до цієї таблиці, щоб визначити відповідну публічну IP-адресу. У випадку, якщо для даної приватної IP-адреси в таблиці немає відповідного

запису, маршрутизатор створює новий запис та призначає їй доступну публічну IP-адресу.

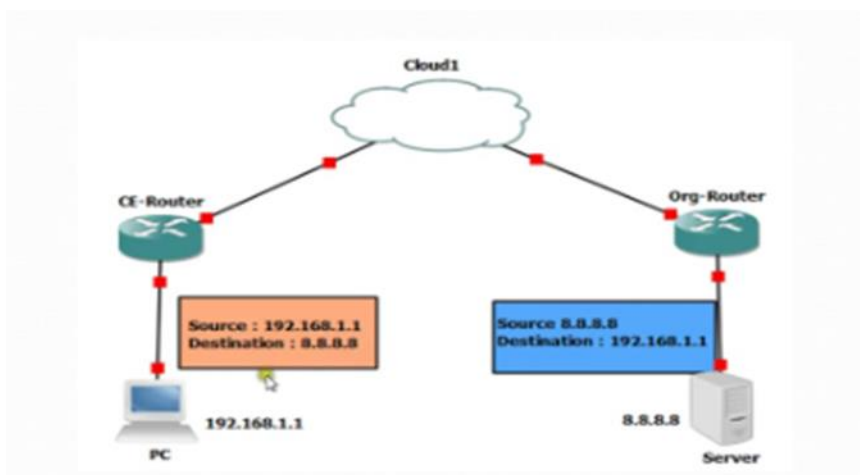


Рис. 1.2 – Схема роботи NAT

У висновку, пристрій для перекладу мережевих адрес (NAT) сьогодні відіграє ключову роль у управлінні мережами. Він уможлиблює з'єднання численних пристроїв з Інтернетом, використовуючи одну загальнодоступну IP-адресу, що сприяє підвищенню рівня безпеки та економії ресурсів.

1.1.2 Протокол *TCP*.

TCP (Протокол контролю передачі) — це протокол, що зосереджений на з'єднаннях і виконує передачу даних у формі послідовностей байтів. Він відсилає інформацію у вигляді пакетів, відомих як *TCP*-сегменти, що містять як заголовки *TCP*, так і власне дані. *TCP* вважається "надійним" протоколом, оскільки він використовує перевірочні суми для забезпечення цілісності даних та вимагає підтвердження отримання, щоб упевнитись, що всі дані були доставлені точно та без помилок. Транспортний рівень протоколу *TCP/IP* забезпечує передачу даних, звільняючи прикладні програми від потреби керувати деталями цього процесу. Він відповідає за надійне доставлення інформації, включаючи встановлення, підтримку, та коректне закриття з'єднань, а також виявлення та виправлення помилок, управління потоком даних. У цьому рівні використовуються два основні протоколи: *TCP* для

з'єднань із попереднім установленням та *UDP* для передачі без установлення з'єднання.

TCP є вищим рівнем протоколу, який дозволяє додаткам на різних комп'ютерах у мережі обмінюватися даними у вигляді потоків. Він розділяє ці потоки на сегменти для передачі через *IP*, іноді ділячи їх на кілька дейтаграм для ефективної передачі. *TCP* відповідає за відновлення правильного порядку сегментів на приймаючому кінці, забезпечуючи безперервність потоку даних.

Протокол не підтримує чіткі кордони між окремими повідомленнями, що дозволяє великій гнучкості в обробці даних. Наприклад, якщо один прикладний процес здійснює 5 записів у *TCP*-порт, на іншому кінці віртуального каналу прикладний процес може виконати 10 читань, аби отримати всі дані. Водночас, ці ж дані можуть бути отримані однією операцією читання, показуючи, що кількість читань не обов'язково відповідає кількості записів.

У системі *TCP* реалізований як окремий модуль і працює через стандартизований інтерфейс для взаємодії з додатками. З'єднання через *TCP* відкривається, використовується для передачі даних, і потім закривається аналогічно операціям з файлами. *TCP* також підтримує асинхронний режим роботи, забезпечуючи розробникам гнучкість у використанні протоколу.

1.1.3 Різниця протоколу IPv6 від IPv4.

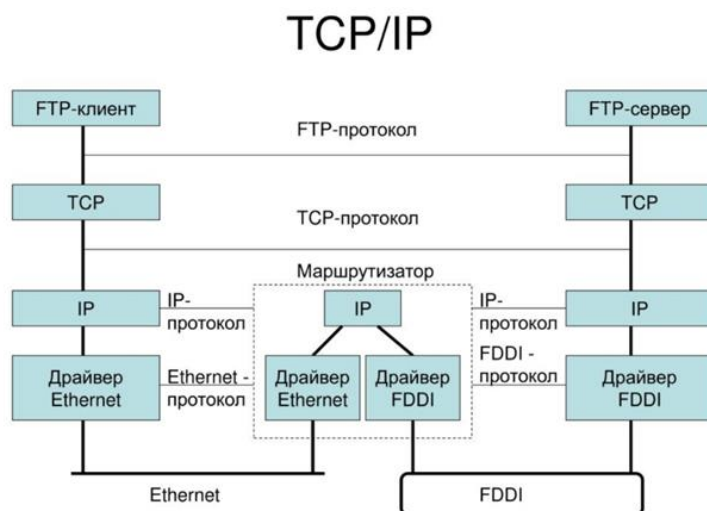


Рис. 1.3 – Схема роботи протоколу TCP

Протоколи IPv6 і IPv4 — це версії Інтернет протоколу (IP), які використовуються для маршрутизації трафіку в Інтернеті. Основні відмінності між протоколами перелічено в таблиці:

Таблиця 1.1

	<p>Адресний простір</p>	<p>IPv6 використовує 128-бітні адреси, що забезпечує приблизно 3.4×10^{38} унікальних адрес, тоді як IPv4 використовує 32-бітні адреси з максимальною кількістю приблизно 4.3 мільярда унікальних адрес.</p>
	<p>Формат адреси</p>	<p>IPv6 адреси виражаються через вісім груп по чотири шістнадцяткові цифри, розділені двокрапками, наприклад, 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334. У той час як IPv4 адреси представляються у</p>

		десятковому формату, розділеному крапками, наприклад, 192.168.1.1.
	Автоконфігурація	IPv6 підтримує автоматичну конфігурацію адрес без необхідності вручну налаштовувати пристрої або використовувати DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
	Simplify Header	IPv6 має спрощений заголовок пакета, що покращує ефективність обробки та маршрутизації за рахунок зменшення кількості полів.
	Безпека	IPv6 був розроблений з урахуванням вимог безпеки, зокрема IPsec, який є обов'язковим для реалізації, забезпечуючи підтримку шифрування та аутентифікації на рівні IP.
	Краща підтримка мобільності та мультикастингу	IPv6 включає в себе поліпшення для мобільних з'єднань та мультикастингу, що є процесом ефективної передачі інформації одночасно кільком отримувачам.

Таблиця 1.1 - Різниця протоколу IPv6 від IPv4

1.2 Фізичний рівень моделі OSI

Модель OSI слугує як стандарт для взаємодії між різними комп'ютерними системами. Вона поділяє процес комунікації через мережу на сім окремих шарів, кожен з яких відповідає за певні аспекти передачі даних.

Фізичний рівень охоплює всі апаратні та механічні компоненти системи, включно з розміщенням кабелів, адаптерами та іншим обладнанням. На цьому шарі працюють пристрої, такі як хаби та репітери, щоб посилити сигнал. Інформація на цьому рівні представляється у вигляді бітів (0 і 1). Фізичний шар відповідає за перетворення цих бітів і їх передачу через фізичні середовища: електричні сигнали використовуються для мідних дротів, світлові сигнали для волоконно-оптичних кабелів, а радіохвилі для бездротового з'єднання. Цей шар є першим кроком прийому, який передає отримані дані до канального шару у формі кадрів, розбиваючи сигнали на послідовності бітів для подальшої обробки.

Фізичний шар моделі OSI слугує основою для передачі даних, тому що тут використовуються фізичні властивості, такі як електрична напруга, інтенсивність струму, часові параметри тощо, для маніпуляції сигналами.

Багато протоколів передачі даних містять архітектуру взаємодії “клієнт-сервер”. Для прикладу HTTP-протокол здійснює реалізацію даної моделі. Саме на фізичному рівні здійснюється поділ на “клієнт-сервер”.

Слід підкреслити, що фізичний рівень характеризується різноманіттям стандартів і протоколів. Зокрема, існує декілька стандартів, що деталізують методики "закріплення" витої пари.

Таблиця 1.2

1.	<i>RS-232</i>	послідовний порт персонального комп'ютера.
2.	<i>IRDA.</i> <i>IRDA</i>	група стандартів, що описують передачу даних в інфрачервоному діапазоні світлових хвиль.
3.	11. 802.11	протоколи і стандарти, які деталізують процеси передачі даних через радіозв'язок.
4.	<i>GSM</i>	стандарт, де передача даних описується за кошти радіоефіру.
5.	<i>DSL</i>	комплекс технологій, які регламентують процес

		передачі даних, де мідний кабель виступає як основне середовище для розповсюдження сигналу в рамках різних стандартів DSL.
--	--	--

Таблиця 1.2 - Стандарти, що деталізують методики "закріплення" витой пари.

1.2.1 Канальний рівень OSI.

Канальний рівень мережевої моделі OSI відповідає за передавання даних між вузлами у межах одного сегмента локальної мережі. Він також слугує для ідентифікації та корекції помилок, які можуть з'явитися на фізичному шарі. Протоколи, які оперують на цьому рівні, включають Ethernet, що застосовується в локальних мережах з багатьма вузлами, а також Point-to-Point Protocol (PPP), HDLC і ADCCP для забезпечення з'єднань типу "точка-точка" між двома вузлами.

Коли пристрої конфліктують у спробі використовувати одну середу одночасно, виникають колізії кадрів. Протоколи на каналному рівні виявляють такі ситуації і надають засоби для зменшення їх частоти або запобігання.

Деякі протоколи, що діють на каналному рівні, не включають механізми для підтвердження отримання кадрів або не використовують контрольні суми для перевірки цілісності даних. В таких ситуаціях завдання по керуванню потоком даних, виявленню та виправленню помилок, підтвердженню доставки і повторному надсиланню втрачених пакетів перекладається на протоколи вищих рівнів.

Основною функцією каналного шару є виділення повідомлень з потоку бітів. Коли дані передаються з мережевого шару на каналний, до цих даних додаються заголовок і хвостовик для створення пакету.

Повідомлення ЗАГОЛОВОК-ПАКЕТ-ХВОСТОВИК є кадром, що передається через фізичний рівень по середовищі передачі даних , а потім пересилається до приймача. На стороні приймача, заголовок і хвостовик аналізуються, після чого витягується сам пакет даних, який передається на обробку до мережевого шару.

Про роботу кадрів можна сказати, що один із методів передачі даних полягає в тому, що на початку кожного кадру вказується його довжина. Це означає, що при виявленні навіть однієї помилки в повідомленні, весь кадр вважається пошкодженим і відповідно відхиляється, тому цей метод не застосовується.

Також є другий метод, де відбувається вставка байтів та бітів. Кожен кадр маркується за допомогою унікальних послідовностей байтів або біт на його початку та кінці.

BSC-протокол - текстові символи:

- *DLE STX* - початок кадру;
- *DLE ETX* - кінець кадру;
- Escape послідовність в даних – *DLE*.

Протоколи *HDLC* і *PPP* - біти:

- 01111110 початок і кінець кадру;
- У даних після п'яти послідовних 1 додавався 0.

1.2.2 Засоби фізичного рівня

Системи та мережі телекомунікацій. Канальний рівень 8

Класичний *Ethernet* – преамбула

- Довжина 8 байт;
- Перші 7 байт: 10101010;
- Останній байт: 10101011 (обмежувач початку кадру)
- Передача невикористовуваних символів надлишкового коду (*Fast Ethernet*)
- Початок кадру - пара символи *J* (11000) і *K* (10001)
- Кінець кадру - символ *T* (01101).

1.3 Комутація

Комутатори в локальних мережах використовуються для передачі пакетів даних. Коли пакет надходить до комутатора, він спочатку зберігається в тимчасовій пам'яті. Потім комутатор аналізує MAC-адресу, яка міститься у заголовку пакета, та порівнює її зі списком адрес у своїй таблиці. Якщо адреса відома, комутатор пересилає пакет на відповідний сегмент мережі. Пакетними комутаторами використовується один із трьох методів маршрутизації трафіку:

Cut-through	Store-and forward	Fragment-free
-------------	-------------------	---------------

У комутаторів типу cut-through зчитування MAC-адреси розпочинається миттєво після отримання пакета. Після того, як комутатор збереже перші 6 байтів (які містять інформацію про адресу), він починає передачу пакета на вузол призначення, навіть коли решта пакету ще не була повністю отримана.

Комутатор, який використовує метод store-and-forward, зберігає весь отриманий пакет у буфері перед тим, як перевірити його на наявність помилок, таких як неправильний CRC. Якщо пакет з помилкою, він буде відкинутий. Якщо помилок немає, комутатор перевіряє MAC-адресу та надсилає пакет на вузол призначення.

"Fragment-free" - це менш поширений підхід, який працює подібно до режиму cut-through, за винятком того, що він зберігає перші 64 байти пакета перед відправленням. Це відбувається через те, що більшість помилок і всі зіткнення зазвичай відбуваються у перших 64 байтах пакета.

1.3.1 Маршрутизація

Маршрутизація – це процес, під час якого маршрутизатор визначає шлях для передачі даних в мережі або між мережами. Маршрутизатор приймає рішення про направлення пакетів, яке базується на їхній IP-адресі призначення. Щоб передати пакет у відповідне місце, пристрої орієнтуються на IP-адресу отримувача. Для правильного прийняття рішення маршрутизатор повинен мати інформацію про напрямки та маршрути до віддалених мереж.

TCP/IP мають два типи маршрутизації: статичну та динамічну. Статична маршрутизація означає, що таблиці маршрутизації налаштовуються вручну за відповідними маршрутними командами. Цей підхід рекомендують застосовувати, коли потрібно взаємодіяти з однією або двома іншими мережами. Проте, коли кількість з'єднань збільшується або коли треба працювати з великою кількістю шлюзів, налаштування таблиць маршрутизації вручну займе багато часу. При динамічній маршрутизації таблиці маршрутизації оновлюються автоматично за допомогою демонів. Ці демони на постійній основі отримують інформацію про маршрути та відсилають оповіщення іншим демонам про зміни в мережі, що дозволяє постійно оновлювати ці таблиці маршрутизації.

У TCP/IP є два демони, які допомагають реалізувати динамічну маршрутизацію: маршрутизований і зачинений. Демон `gated` забезпечує підтримку таких протоколів, як RIP (протокол інформації про маршрутизацію), RIPng (протокол інформації про маршрутизацію наступного покоління) і EGP (протокол зовнішніх шлюзів), протокол граничних шлюзів (BGP) та BGP4+, протокол HELLO, протокол найкоротшого шляху (OSPF), протоколи IS-IS і ICMP, а також ICMPv6 / Router Discovery - усі вони підтримуються демоном `gated`. Крім цього, демон також підтримує протокол управління мережею (SNMP). Звернімо увагу, що демон маршрутизації підтримує тільки протокол інформації про маршрутизацію.

Залежно від параметрів, заданих при запуску демона маршрутизації, він може працювати у пасивному чи активному режимі. У активному режимі демон періодично надсилає повідомлення про маршрутизацію шлюзам та хостам, що містять інформацію про маршрутизацію для їх локальних мереж. Він також отримує інформацію про маршрутизацію від інших хостів і шлюзів. У пасивному режимі демон лише здійснює прийом інформації про маршрутизацію і не намагається оновити інформацію про маршрутизацію віддалених шлюзів (якщо вона не розповсюджується власною інформацією про маршрутизацію).

Обидва описані типи маршрутизації не обмежені лише шлюзами, а також можуть застосовуватися до хостів у мережі. Статична маршрутизація використовується для шлюзів ідентично, як і для інших хостів. Проте, демони динамічної маршрутизації, які виконуються не на шлюзах, можуть працювати тільки в пасивному (тихому) режимі.

Декілька протоколів маршрутизації, таких як RIP, OSPF, IGRP, EIGRP, IS-IS, BGP та HSRP, працюють виключно з пакетами, які використовують один із підтримуваних протоколів маршрутизації, таких як IP, IPX або AppleTalk.

1.4 Найбільш поширена технологія інтернет-провайдингу ETHERNET

Ethernet – технологія, яка використовується для підключення пристроїв в провідній локальній мережі (LAN) чи в глобальній (WAN), що дозволяє їм виконувати обмін даними один з одним через протокол (набір правил або спільна мережева мова)

В OSI (моделі) Ethernet знаходиться на рівнях:

1. Канальний (підрівень, який управляє логічним каналом) Logical Link Control (LLC);

2. Фізичний (підрівень, який контролює доступ до мережі) Media Access Control (MAC);

Управління логічним зв'язком

Підрівень Logical Link Control (LLC) забезпечує логіку управління даними на каналі передачі, здійснює синхронізацію, управління потоком та перевірку помилок на рівні каналу. Він виступає в ролі обробника передач, націлених на з'єднання, на відміну від підрівню MAC, який також може надавати послуги, не створюючи підключення. Операції, що виконуються без створення з'єднання, називаються LLC класу I, в той час як операції класу II можуть оброблятися як зі створенням з'єднання, так і без нього.

Під час взаємодії з використанням з'єднання, підрівень Logical Link Control (LLC) підтверджує кожен переданий фрейм. На кінці прийому, LLC може відстежувати всі отримані кадри LLC (одиниці даних протоколу, PDU). Коли виявляється втрата кадру, LLC звертається до передавального комп'ютера за вимогою повторно надіслати дані, починаючи з PDU, що втрачений. LLC розташований над підрівнем MAC і відіграє роль зв'язуючої ланки між вищими рівнями мережевої архітектури та протоколами, що працюють на рівні MAC: Ethernet, Token Ring та інші, відповідно стандартам IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.).

LAN Technology Specifications					
Name	Code	Standard	Data	Distance	Cable
Ethernet	10BASE-T	802.3i-1990	10 Mbits	100 m	Copper
Fast Ethernet	100BASE-T	802.3u-1995	100 Mbits	100 m	Copper
Fast Ethernet	100BASE-SX	802.3u-1995	100 Mbits	2000 m	Fibre
Giga Ethernet	1000BASE-T	802.3ab-1999	1000 Mbits	100 m	Copper
Giga Ethernet	1000BASE-LX	802.3z-1998	1000 Mbits	5 km	Fibre
10 Gigabit Ethernet	10GBASE-T	802.3an-2006	10 Gbits	100 m	Copper
10 Gigabit Ethernet	10GBASE-LR	802.3ae-2002	10 Gbits	10 km	Fibre
100 Gigabit Ethernet	100GBASE-LR4	802.3ba-2010	100 Gbits	10 km	Fibre
Terabit Ethernet	400GBASE-LR8	802.3bs-2017	400 Gbits	10 km	Fibre

Рис. 1.4 – Різновид типів Ethernet

1.4.1 Швидкий Ethernet

Fast Ethernet (IEEE 802.3u) – це стандарт, що створений для мереж Ethernet, які повинні використовувати вищу швидкість передачі. Швидкість Ethernet при цьому стандарті збільшується з 10 до 100 Мбіт/с при незначних змінах в структурі кабелю. Він забезпечує більшу швидкість завантаження для ресурсів інтернету, наприклад: відео, зображення, графіки, пошуку в Інтернеті та швидшого виявлення помилок, зокрема їх виправлення.

Є 3 типи Fast Ethernet:

- *100BASE-TX* для використання з *UTP*-кабелем 5-ого рівня;
- *100BASE-FX* для використання з волокно-оптичним кабелем;
- *100BASE-T4*, для використання додаткових двох дротів з *UTP*-кабелем рівня 3.

Стандарт 100BASE-TX став популярним через його високий рівень сумісності з 10BASE-T Ethernet. При інтеграції Fast Ethernet у вже існуючі налаштування мережеві менеджери роблять численні вибори. Вони повинні визначити скільки користувачів на кожному сайті мережі потребує збільшеної пропускної здатності, які основні сегменти мережі слід перерозподілити для адаптації під 100BASE-T, а також як найкраще інтегрувати сегменти 100BASE-T з наявними 10BASE-T сегментами. Gigabit Ethernet - це технологія, яка є шляхом для переходу на наступне покоління мереж, де швидкість передачі даних ще більша.

1.4.2 Гігабітний (Gigabit) Ethernet

Гігабітний Ethernet був створений, аби задовольнити зростаючі вимоги до швидкості мережевого з'єднання для таких застосунків, як мультимедіа та голосові комунікації через IP (VoIP). Має назву 1000Base-T або GigE. У цій технології пропонується в десять разів вища швидкість, ніж у 100Base-T. Такий стандарт (оформлений в рамках IEEE 802.3), використовується в ролі

основної мережі на підприємствах, але в наші часи постачальники послуг також почали пропонувати гігабітний інтернет для використання вдома. Локальні мережі Ethernet зі швидкістю 10 та 100 Мбіт/с інтегровані у гігабітну Ethernet-мережу для підключення високопродуктивного обладнання, такого як комутатори, маршрутизатори та сервери. Згідно з моделлю OSI, рівень передачі даних для Gigabit Ethernet має ідентичний зовнішній вигляд, як і у звичайного Ethernet. Значні відмінності між Gigabit та Fast Ethernet полягають у тому, що гігабітний-інтернет підтримує повнодуплексний режим на рівні MAC, а також забезпечує вищу швидкість передачі даних.

1.4.3. 10-ти Gigabit Ethernet

10 Gigabit Ethernet — найновіший і найшвидший стандарт Ethernet. IEEE 802.3ae визначає версію Ethernet 10 Гбіт/с, що в 10 разів швидше, ніж Gigabit Ethernet. 10 Gigabit Ethernet повністю заснований на використанні оптоволоконних з'єднань (на відміну від інших систем Ethernet). Стандарт розробляється з дизайну локальної мережі, яка транслює на всі вузли до системи, яка включає деякі елементи глобальної маршрутизації. Оскільки він ще дуже новий, який стандарт отримає комерційне визнання, ще не визначено.

Ethernet - технологія поділяється на два типи:

- Класичний Ethernet;
- Ethernet Gigabit;

Основне обладнання береться на базі HUB.

1.4.4 Комутований Ethernet

Комутований Ethernet схожий на звичайний Ethernet, за винятком того, що замість комутатора використовується концентратор. У звичайному Ethernet всі пристрої мають однакову багатоточкову схему по черзі. Коли кадр передається від одного комп'ютера до іншого, він досягає концентратора, який

повторно передає його на всі комп'ютери, підключені до концентратора, після чого сигнал відправляється в недоторканому стані тільки на комп'ютер, де відбулося з'єднання, всі інші кадри знищуються (Рис. 1.5).

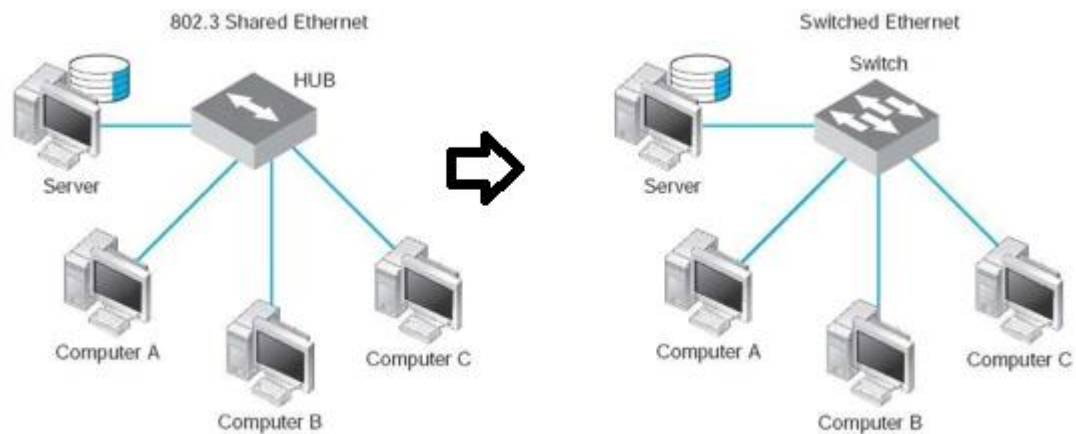


Рис. 1.5 – Комутований ethernet

1.4.5 Конфігурація

Комутований Ethernet використовує комутатор замість концентратора. Оскільки він призначений для розміщення невеликої кількості ПК (зазвичай від 16 до 24) в одній локальній мережі, цей тип комутатора часто використовують. Комутатор для робочої групи має майже однаковий зовнішній вигляд, але всередині вони суттєво відрізняються кожна схема, підключена до комутатора, використовується виключно комутатором і підключеним комп'ютером і не використовується спільно з іншими пристроями. Фізична топологія має форму зірки та майже точно нагадує фізичну топологію Ethernet сукупність незалежних точкових ланцюжків, що нагадують зірку.

Замість повторної передачі кадру до кожного каналу, як це робить концентратор, комутатор шукає адресу, що міститься у кадрі, і повторно передає його лише в каналі, підключеному до комп'ютера. Коли комп'ютер А надсилає кадр комутатору, який призначений для комп'ютера С, комутатор повторно передає кадр лише за ланцюгом, підключеним до комп'ютера С.

Комутатори використовують таблиці пересилання, які дуже схожі до таблиць маршрутизації, розглянутих у наступній темі.

Отже, як комутатор дізнається, яка схема підключена до якого комп'ютера? Адреса Ethernet ПК, підключеного до кожного порту комутатора, відображається в таблиці. Щоб визначити номер порту для пересилання кадру, комутатор спочатку шукає адресу призначення у кадрі, використовуючи адреси в таблиці пересилання. Так як комутатор використовує адресу Ethernet, для вирішення, якого порта використати і при тому, що Ethernet є рівнем передачі даних або протоколом 2-го рівня, такий тип комутатора має назву комутатор 2-го рівня.

1.5 Технологія та провайдинг інтернету GPON

GPON (Gigabit Passive Optical Network) є технологією гігабітної пасивної оптичної мережі, що дозволяє досягти швидкості передачі даних до 1000 Мбіт за секунду. Це в чотиридцять разів швидше, ніж модемна ADSL - технологія. Для функціонування достатньо оптичного кабеля, що буде «лежати» прямо до приміщення абонента, замість демонтажу усього приміщення чи будинку. Це забезпечує безперебійну роботу та високу стабільність з'єднання. Один роутер можна використовувати у різних цілях: інтернету, телефонії та телебачення.

По-перше, GPON є підрозділом технології пасивної оптичної мережі (PON), яка використовує мережеву архітектуру «точка-багато точок» (P2MP) для передачі даних через оптичне волокно. PON може отримати доступ до кількох хостів, підтримує високошвидкісний доступ і зменшує вартість оптоволоконних ресурсів. Найважливішими технологіями PON є пасивна оптична мережа Ethernet (EPON) і пасивна оптична мережа Gigabit (GPON). GPON-технологія — це стандарт пасивного оптичного доступу нового покоління на основі стандарту ITU-TG.984.x. Він має високу пропускну здатність, високу ефективність, великий радіус дії та «приємний» інтерфейс

користувача. Для більшості підприємств ідеальним вибором є ефективно використання пропускної здатності служби в мережі доступу.

Типова мережа GPON складається з трьох компонентів: терміналу оптичної лінії (OLT), оптичної розподільчої мережі (ODN) і блоку оптичної мережі (ONU).

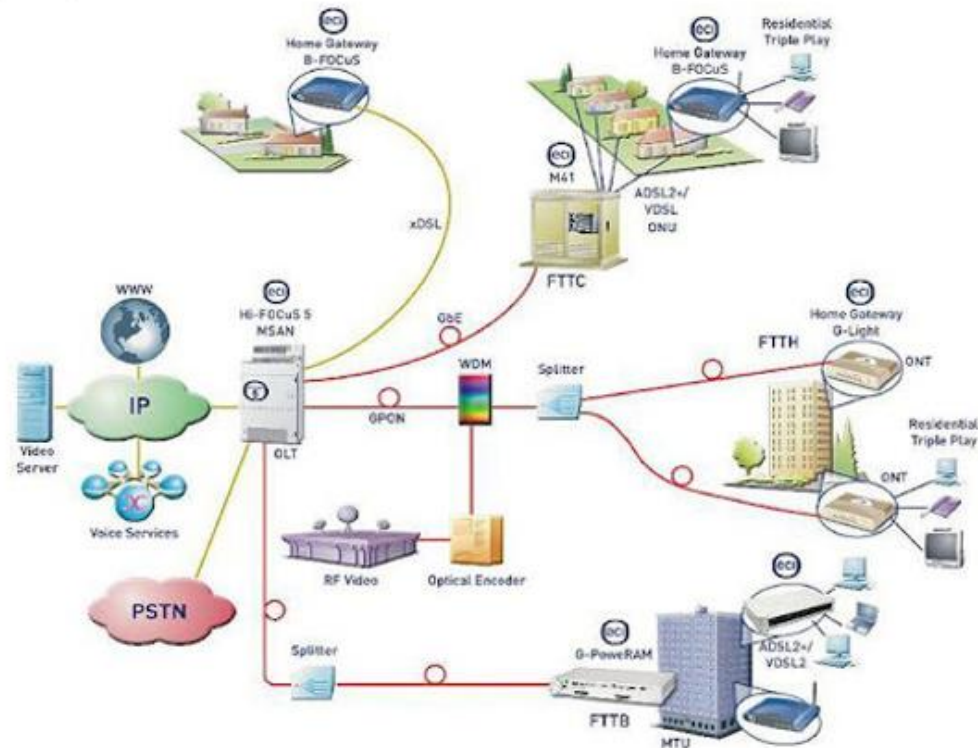


Рис. 1.6 – GPON-архітектура

Переглянемо основні поняття пов’язані з GPON:SS

Таблиця 1.5

<p>Оптична лінія передачі (OLT)</p>	<p>Пристрій, який розташований на стороні провайдера послуг, що управляє волокно-оптичним зв'язком і розподіляє трафік між користувачами.</p>
<p>Оптичний мережевий термінал (ONT)</p>	<p>Пристрій, що встановлюється в приміщенні користувача та служить для прийому послуг від OLT.</p>

Оптична розподільна мережа (ODN)	Волокно-оптична інфраструктура між, яка включає в себе волокно-оптичні кабелі, розподільники, і інші пасивні компоненти. Відповідає за доставку оптичних сигналів від центрального офісу до кінцевих користувачів.
Пасивна оптична мережа (PON)	Система телекомунікацій, що використовує пасивну (без електричного живлення) оптичну інфраструктуру для розподілу сигналів між одним центральним пунктом і множиною кінцевих користувачів.
Точка продажу (POS)	Цей термін у контексті GPON може відноситися до фізичного або логічного інтерфейсу, де відбувається обслуговування користувача, наприклад, точка, де користувач може підключитися до послуг або де провайдер може надавати додаткові сервіси або збір даних.

Таблиця 1.5 - Основні поняття пов'язані з GPON:SS

Технологія PON ідеально підходить для покриття великих територій з різною щільністю забудови, починаючи від багатоповерхівок, закінчуючи котеджними містечками, де переваги технології оцінені повною мірою. Передача та прийом в обох напрямках здійснюється за допомогою оптичних волокон, але на різних довжинах хвиль (1310 і 1490 нм).

Уся інформація користувача надсилається з головного терміналу оптичної лінії (OLT) до терміналу оптичної мережі (ONU, оптичне мережеве обладнання) у той момент, коли канал тимчасово відокремлюється. Оптична потужність від виходу OLT до мережевих вузлів розподіляється (рівномірно або нерівномірно) таким чином, щоб рівень сигналу на вході всіх ONU був більш-менш однаковим.

Отже, перерахуємо переваги цієї технології:

- економія волокон в оптичних кабелях;
- значна економія оптичних випромінювачів на головній станції;
- можливість надання трьох видів інформації (згідно з концепцією triple play) - голоси, відео і даних;
- не має потреби електроживлення мережевих елементів (крім кінцевих);
- невеликі витрати на обслуговування;
- проста можливість підключення абонентів:

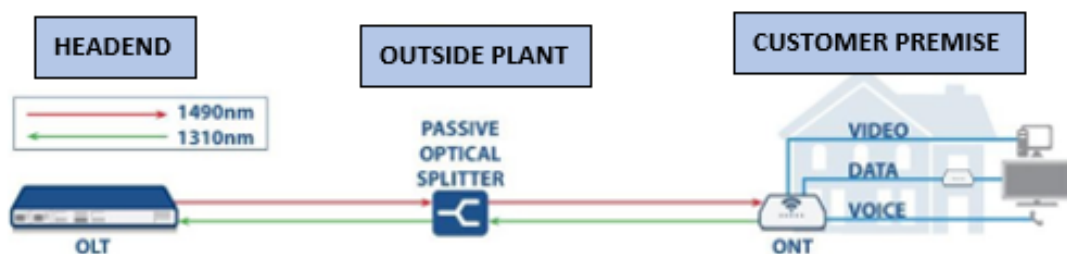


Рис. 1.7 – Трансляція сигналу по оптоволоконному кабелю

Провайдери переходять від мідних кабелів до оптичних, щоб забезпечити потужніші інтернет-канали. Це не тільки впливає на швидкість, з якою ви можете завантажувати файли з Інтернету, але також дозволяє підключатися до сучасних послуг, таких як цифрове телебачення, охоронна сигналізація, відеоспостереження та телеметрія.

Перечислимо переваги Gigabit PON для абонента:

- Зручно. Вдома проводиться один дріт, ні звідки не звисає та не заважає.
- Швидко. Інтернет зі швидкістю близько 500 Мбіт/с при завантаженій мережі. Це забезпечують потужні модеми, які встановлюють провайдери, що ідеально справляються з маршрутизацією.
- Надійно. Тут не будуть заважати сусідські WiFi-роутери, радіотехніка і тд.. Варто зазначити, що Gigabit PON – це пасивна оптична мережа, тому по курсу від АТС до абонента відсутнє активне обладнання, що може вийти зі строю.

- Економно. Немає необхідності купувати WiFi-роутер, тому що провайдер підключає цю мережу, використовуючи пристрій, що включає в себе маршрутизатор та модем. Якщо ви раніше підключали до мережі модем, роутер або телефон, то по оптоволокну до електромережі підключається тільки кінцевий пристрій. Ваші місячні витрати на зв'язок оптимізовано, і ви можете оплачувати всі послуги з особистого рахунку. Крім того, оператори пропонують різні тарифні плани для домашнього інтернету на основі технології GPON. Ви можете вибрати швидкий за ту саму суму, яку заплатили раніше

1.6 2G, 3G. 4G – мобільний інтернет

2G було представлено на початку 1990-х років і стало першим кроком у переході від аналогового до цифрового зв'язку в мобільних мережах. Найважливіші стандарти, що використовуються в 2G, включають GSM (Глобальна система мобільного зв'язку), CDMA (множинний доступ з кодовим розділенням) і D-AMPS (розширена цифрова система мобільного телефону). 2G спочатку представив такі послуги, як SMS і MMS, і забезпечив швидкість передачі даних до 50 Кбіт/с. Це покоління в основному зосереджено на голосових службах і простих текстових службах.

З'явившись на початку 2000-х років, 3G значно розширив можливості мобільного Інтернету, вперше дозволивши ефективний Інтернет-серфінг, завантаження файлів і потокове відео. Технології, що використовуються в 3G, включають UMTS (Універсальна система мобільного зв'язку) і CDMA2000. Швидкість передачі даних у мережах 3G досягає 2 Мбіт/с у місцях фіксованого або мінімального трафіку даних і 384 Кбіт/с у мобільному зв'язку. 3G уможливив розвиток таких послуг, як мобільний доступ до Інтернету, відеодзвінки та мобільне телебачення.

4G або LTE (Long Term Evolution) був представлений наприкінці 2000-х років і мав на меті забезпечити ще більш швидку передачу даних. 4G LTE забезпечує значне підвищення швидкості та надійності порівняно з 3G, із типовою швидкістю завантаження від 5 до 12 Мбіт/с і піковою швидкістю до сотень Мбіт/с. Ця продуктивність робить 4G чудовим вибором для вимогливих Інтернет-додатків, таких як потокове відео високої якості, онлайн-ігри та розширені Інтернет-сервіси, які потребують високої пропускної здатності.

РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАДАННЯ ІНТЕРНЕТ-ПОСЛУГ

2.1 Вибір та комплектація обладнання для інтернет-провайдерів: рекомендації та приклади

Для того, щоб стати інтернет-провайдером, компанії необхідно пройти деякі етапи, в тому числі придбання спец. обладнання. Вибір техніки залежить від специфічних потреб бізнесу та майбутніх клієнтів, і кожен тип мережі вимагає створення технічної документації, яка відповідає запланованим заходам компанії. Багато інженерних та комерційних фірм пропонують свої послуги для налаштування серверів, що підтримують інтернет-провайдерів, надаючи тимчасові ресурси для організації доступу в Інтернет новим операторам. Інтернет-провайдер виступає як надійний бізнес, який відкриває широкі можливості для користувачів мережі та дозволяє реалізовувати різноманітні види діяльності. Оскільки мережа провайдингу функціонує безперервно та обслуговує велику кількість користувачів, важливо використовувати обладнання з високою продуктивністю, практичністю та надійністю.

2.1.1 Комплект обладнання для інтернет-провайдера

Успішне забезпечення якісної передачі даних і додаткових можливостей для великої кількості користувачів вже вимагає придбання достатньо потужних пристроїв в мережах Інтернет. Тому розглянемо мінімальне обладнання, достатнє для організації якісної передачі даних з невеликою кількістю користувачів. Цей список складено на основі практики реальних ситуацій, визначеної на основі досвіду людей, які безпосередньо займаються цим видом діяльності не один рік.

У набір входять такі компоненти:

- 1) Потужний сервер

Як приклад платформа Inpro Archer Intel SR1530. Сучасні передові вимоги вимагають, щоб нові процесори мали більше 4 ядер з частотою шини більше 1333 МГц. Щоб працювати швидко та без збоїв слід використовувати лише платформи з 2 Гб оперативної пам'яті. Серверні ПК повинні мати близько 4 Гб оперативної пам'яті, а ще краще 8 Гб. На кожній з платформ повинен бути встановлений один чи два жорсткі диски об'ємом понад 250 Гб. Кріплення фіксується до спеціальної підставки. Така конфігурація є найбільш оптимальною за співвідношенням ціни та якості. Однак можна зекономити, купивши сервери дешевші, ніж «Інпро». Але на виході буде менше потужності та надійності.

Розглянемо Inpro-сервери телематичних служб Archer INT. Inpro Computers виробляє сервери починаючи з 1994 року. Замовниками серверних продуктів компанії є телекомунікаційні компанії, державні установи, малий і середній бізнес. В наші дні найбільш популярною є модель сервера для телекомунікаційних компаній. Дана продукція сертифікована в галузі телекомунікацій, гнучким конфігуратором і високою обчислювальною потужністю при розрахунку 1U-простору в стійці. Сервери Inpro Archer Int ідеально підходять для установки в стійки ISP і створення сертифікованих вузлів зв'язку.



Рис. 2.1 - Сервери Inpro Archer Int

Таблиця 2.1

Рівні серверів	Модель	Характеристики
1-й рівень		
INPRO Archer	INT RM223 C	2U, Intel® Celeron® Quad-Core J1900 2.0 GHz, до 8GB пам'яті DDR3 1333MHz, до 2-х Fixed SATA HDD/SSD, DVD-RW
INPRO Archer	INT RM223 S	2U, Intel® Xeon® E3-12XXv3 або Intel® Core™ i3-41XX, i3-43XX, до 32GB пам'яті ECC DDR3 1600MHz, до 2-х FixedSATA HDD/SSD, DVD-RW
INPRO Archer	INT RM223 L	2U, Intel® Xeon® E3-12XXv3 або Intel® Core™ i3-41XX, i3-43XX, до 32GB пам'яті ECC DDR3 1600MHz, до 2-х Fixed SATA HDD/SSD, DVD-RW, віддалене управління - опція
INPRO Archer	INT R1304RPS	1U, Intel® Xeon® E3-12XXv3 или Intel® Core™ i3-41XX, i3-43XX, до 32GB пам'яті ECC DDR3, до 4-х Fixed 3,5" SAS/SATA HDD, не підтримує IP-KVM (iLO)
2-й рівень		
INPRO Archer	INT R1304RPO	1U, Intel® Xeon® E3-12XXv3 або Intel® Core™ i3-41XX, i3-43XX, до 32GB пам'яті ECC DDR3, до 4-х SAS/SATA HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)

INPRO Archer	INT R1304RPM	1U, Intel® Xeon® E3-12XXv3 або Intel® Core™ i3-41XX, i3-43XX, до 32GB пам'яті ECC DDR3, до 4-х SAS/SATA HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO), 2 блока питания 450W Gold
3-й рівень (1U)		
INPRO Archer	INT 1304GZ4GC	2x Intel® Xeon® E5-2600 v2, до 768GB пам'яті ECC DDR3, до 4-х SAS/SATA HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)
INPRO Archer	INT 1208GZ4GC	2x Intel® Xeon® E5-2600 v2, до 768GB пам'яті ECC DDR3, до 8 SAS/SATA 2.5" HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)
INPRO Archer	INT 1304WTTGS	2x Intel® Xeon® E5-2600 v3, до 768GB DDR4 RDIMM, 2x 10Gbe RJ-45, до 4 SAS/SATA HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO) гарячої
INPRO Archer	INT 1208WTTGS	2x Intel® Xeon® E5-2600 v3, до 768GB DDR4 RDIMM, 2x 10Gbe RJ-45, до 8 SAS/SATA HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)
3-й рівень (2U)		
INPRO Archer	INT 2308GZ4GC	2 процесора Intel® Xeon® E5-2600 v2, до 768GB пам'яті ECC DDR3, до 8-х 3.5"

		SAS/SATA HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)
INPRO Archer	INT 2308WTTYS	2x Intel® Xeon® E5-2600 v3, до 768 GB пам'яті DDR4-2133, 2x 10Gbe RJ-45, до 8 3.5" SATA/SAS 12 Gb/s HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)
INPRO Archer	INT 2312WTTYS	2x Intel® Xeon® E5-2600 v3, до 768 GB пам'яті DDR4-2133, 2x 10Gbe RJ-45, до 12 3.5" SATA/SAS 12 Gb/s HDD гарячої заміни
INPRO Archer	INT 2208WTTYS	2x Intel® Xeon® E5-2600 v3, до 768 GB пам'яті DDR4-2133, 2x 10Gbe RJ-45, до 8 2.5" SATA/SAS 12 Gb/s HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)
INPRO Archer	INT 2224WTTYS	2x Intel® Xeon® E5-2600 v3, до 768 GB пам'яті DDR4-2133, 2x 10Gbe RJ-45, до 24 2.5" SATA/SAS 12 Gb/s HDD гарячої заміни, можливість установки IP-KVM (iLO)

Таблиця 2.1 - Різновид серверів *Inpro Archer Int*

2) Комутатор

Одним із ключових аспектів забезпечення доступу до мережі для великої кількості користувачів є використання оптимальних за ціною та надійних комутаторів. Прикладом такого пристрою є комерційний дуговий вимикач Dlink DES 3526S, який давно довів свою ефективність і надійність навіть при високих навантаженнях. Залежно від кількості учасників ми можемо досягти необхідної якості та швидкості роботи.

Комутатори D-Link серії DES-3500 підтримують технологію Single IP Management (SIM) і є пристроями рівня доступу, які можна стекувати. Ці комутатори пропонують на вибір 24 або 48 портів 10/100BASE-TX і 2 комбінації портів 1000BASE-T/SFP Gigabit Ethernet у стандартному шасі для монтажу в стійку. Вони призначені для забезпечення гнучкого та безпечного з'єднання з вашою мережею та можуть бути частиною багаторівневої мережі з магістральними та високошвидкісними централізованими серверами.



Рис. 2.2 - Комутатор DES-3526

Для забезпечення безперебійної роботи серверного обладнання необхідно використовувати надійне джерело живлення не менше 1000 ВА. Це забезпечує стабільну роботу сервера незалежно від зовнішніх впливів і виключає ризик несподіваного виходу з ладу компонентів системи.

Таблиця 2.2

Чисельність портів	Черги пріоритетів (CoS)
24 порти 10 / 100BASE-TX, 2 комбо-порти 1000BASE-T / MiniGBIC (SFP)	Стандарт: IEEE 802.1p
Стандарти і можливості	Кількість черг: 4
<i>IEEE 802.3 10BASE-T / 802.3u</i> <i>100BASE-TX</i>	Сортування трафіку (CoS)
<i>IEEE 802.3ab 1000BASE-T / 802.3z</i> <i>1000BASE-SX / LX</i>	Може ґрунтуватися на виді додатків, що визначаються користувачем:

<i>ANSI / IEEE 802.3 NWay</i> автоматичне узгодження	TOS
<i>IEEE 802.3x</i> управління потоком	Diffserv (DSCP)
Автоматичне встановлення полярності MDI / MDIX	На базі портів
Віддзеркалення портів	На базі MAC-адреси
Підтримка SFP	На базі IP-адреси
IEEE 802.3z 1000BASE-LX (DEM- 310GT трансивер)	На базі номера порту TCP /UDP
<i>IEEE 802.3z 1000BASE-LX (DEM- 330T трансивер)</i>	Способи керування чергами пріоритетів
IEEE 802.3z 1000BASE-LX (DEM- 330R трансивер)	Алгоритм суворої черги пріоритетів (<i>Strict priority</i>) і зваженої справедливої черговості (<i>weighted fair queuing</i>)
IEEE 802.3z 1000BASE-LX (DEM- 331R трансивер)	Керування доступом
Системне забезпечення	Функція Port security (макс. 20 MAC-адрес)
<i>VLAN</i>	Управління доступом 802.1x на базі портів
<i>IEEE 802.1Q Tagged VLAN</i>	Управління доступом 802.1x на базі MAC-адрес
<i>VLAN</i> на базі портів	SSH v.1, v.2
<i>GARP / GVRP</i>	SSL
Гранична кількість VLAN на пристрій: 255 VLAN (сумарно)	Сегментація трафіку (без або з тегами VLAN)

статичних і динамічних)	
-------------------------	--

Таблиця 2.2 - Особливості комутатора DES-3526

У мережі Ethernet кожен провайдер замовляє обладнання на основі специфікацій. Ці характеристики можуть відрізнятися залежно від ситуації. Наприклад, постачальник може вибрати дорогий високо швидкісний комутатор з розподіленою архітектурою для задоволення потреб багатьох користувачів.

Ключові властивості комутаторів:

- звичайне розгортання;
- моделі;
- використання послуг комутації і маршрутизації;
- швидкості;
- електроживлення за допомогою Ethernet;
- динамічне розділення на сегменти;
- подання стекових структур;
- автоматизоване оброблення та аналіз;
- підтримування керування.

Комутатори високої якості, які підтримують клієнтів-провайдерів.

Серія комутаторів доступу Aruba CX 6400.

Цей новітній та розвинений комутатор з високою доступністю ідеально підходить для розгортання від краю до ядра та центрів обробки даних, включаючи leaf architectures та EVPN-VXLAN fabrics..Комутатор CX 6400 надійно забезпечує стабільну продуктивність для вимогливих мереж кампусів і центрів обробки даних.



Рис. 2.3 - Комутатор доступу *Aruba CX 6400 Switch Series*

Серія комутаторів Aruba CX 8400 ґрунтується на AOS-CX, сучасній операційній системі, що керується базами даних. Ця система автоматизує та спрощує багато складних мережевих завдань.

Інтегрована база даних часових рядів дозволяє клієнтам і розробникам використовувати програмні сценарії для аналізу минулих проблем і тенденцій, а також прогнозувати та запобігати майбутнім проблемам масштабування, безпеки та продуктивності. Програмне забезпечення AOS-CX також містить Aruba Network Analytics Engine (NAE) і підтримку Aruba NetEdit.

Оскільки AOS-CX ґрунтується на модульній архітектурі Linux і функціонує як база даних, операційна система надає такі унікальні можливості:

- легкий доступ до всієї інформації про стан мережі, що дозволяє отримати унікальні дані;
- перегляд та аналіз;
- REST API та скрипти Python для дрібноналаштовуваних рішень;
- програмовані мережеві задачі;
- архітектура мікрослужб, що гарантує повну взаємодію з іншими системами робочого процесу та сервісами;

- постійна синхронізація стану гарантує надійну працездатність та високу доступність;
- всі програмні процеси взаємодіють з базою даних, а не між собою, забезпечуючи практично миттєве оновлення стану і стійкість, а також незалежне оновлення окремих програмних модулів для підвищеної доступності.

Особливості комутатора Aruba CX 6400 Switch Series

- висока швидкість комутації 19,2 Тбіт/с (1,2 Тбіт/с);
- висока доступність операторського рівня з Aruba Virtual, Switching Extension (VSX), резервним керуванням, живленням і структурою;
- AOS-CX надає можливості автоматизації та програмування за допомогою вбудованого в REST API та сценаріїв Python;
- інтелектуальний моніторинг, видимість і виправлення за допомогою Aruba Network Analytics Dynamic VXLAN з BGP-EVPN для глибокої сегментації в центрах обробки даних і кампусах ;
- розгортання одним кліком з допомогою мобільного додатку Aruba CX;
- для автоматичного налаштування та перевірки - підтримка Aruba NetEdit;
- розширений рівень функцій;
- набір функцій Advanced Layer 2/3 включає BGP, EVPN, OSPF, VRF, IPv6;
- компактне шасі 8U з високою щільністю підключення зі швидкістю передачі даних 10GbE / 25GbE / 40GbE / 100GbE.

Інформація та технічні характеристики серії Aruba CX 8320:

CX 8320 призначений для забезпечення змінної операційної ефективності з вбудованою безпекою та стабільністю. Він є основою для створення високопродуктивних мереж, які підтримують IoT, мобільні та хмарні

програми. Призначений для використання в корпоративних мережах, агрегаціях та центрах обробки даних. Ці корпоративні комутатори забезпечують необхідну продуктивність і уніфіковану аналітику.

Високошвидкісна та повністю розподілена архітектура забезпечує пропускну здатність на рівні 2,5 Тбіт/с для двонаправленого перемикання та 1 905 Мбіт/с для переадресації. Ця архітектура використовується для спільної операційної моделі, що дозволяє розширювати мережі кампусів та центрів обробки даних за допомогою традиційної та хмарної гнучкості управління.

Такий підхід вважається доказом майбутнього вашої корпоративної мережевої інфраструктури.

Набір функцій Advanced Layer 2/3 включає BGP, OSPF, VRF та IPv6, а комутація та маршрутизація виконуються в модулях вводу-виводу, що відповідають вимогам програм, які потребують високої пропускну здатності як сьогодні, так і в майбутньому. Крім того, високопродуктивні мережі забезпечуються компактними комутаторами 1U з підключенням 1/10GbE (SFP/SFP+ та 10GBASE-T) та 40GbE.



Рис. 2.4 – Комутатор Aruba CX 8320

Secure and dependable Layer 2 access switch

Безпечний і надійний комутатор доступу рівня 2, який надає оптимізовані функції на початковому рівні для покращення робочого досвіду в мережах кампусу. Модель 2530 забезпечує безпеку, надійність та простоту

використання для корпоративних мереж, філій та розгортання малих та середніх підприємств.



Рис. 2.5 – Комутатор Aruba CX 2530

Комутатори *Huawei*

Для успішного організування мережевої структури велике значення має комутація між її окремими вузлами, яка повинна забезпечувати достатню пропускну здатність для обміну інформаційними потоками. Комутатори від Huawei пропонують користувачам високу щільність відмовостійких комутаційних портів, що гарантує передачу великих обсягів інформації з високою швидкістю. Дані пристрої відзначаються винятковою стійкістю до відмов і легко інтегруються в існуючі мережеві структури.

Huawei надає кінцевим користувачам кілька класів комутаторів.

Одним із таких класів є кампусні мережеві пристрої, що використовуються в невеликих мережевих середовищах ядра, рівня агрегації та рівня доступу.

Іншим класом комутаційних пристроїв є комутатори для центрів обробки даних і великих мережевих налаштувань.

Крім того, існують пристрої SOHO і SMB, що використовуються в сучасних комерційних корпоративних структурах для організації ефективного і недорогого Ethernet-доступу з різноманітним функціоналом і легким управлінням.

Рівень доступу

Основним етапом на цьому рівні є з'єднання обладнання клієнта (наприклад, комп'ютера чи Wi-Fi-маршрутизатора) з мережею постачальника

послуг. Для цього використовується обладнання постачальника, такі як комутатори (для підключення через локальні та дротові мережі) або базові станції (для бездротового підключення). Зазвичай для створення керованих мереж використовуються комутатори другого рівня (L2), іноді - третього рівня (L3).

Деякі постачальники надають перевагу некерованим комутаторам при побудові локальних мереж, але це може негативно позначитися на якості надаваних послуг у майбутньому. Для зменшення витрат на підключення використовуються пристрої з максимальною кількістю фізичних інтерфейсів 24/48.

Серії Cisco Catalyst 2900, 3500 і 3700 зазвичай використовуються як керовані комутатори другого рівня, але деякі оператори обирають Eltex і SNR через їх нижчу ціну.



Рис. 2.6 – Комутатор Cisco Catalyst серії 2900

Комутатори на рівні L3 зустрічаються рідше, оскільки вони дорожчі, ніж L2, і їх встановлення в технічних приміщеннях багатоповерхових будівель достатньо ризиковане. Якщо комутатори L3 все ще використовуються на рівні доступу, це робиться лише в поєднанні з рівнем агрегації. Прикладом їхнього приватного використання може бути кабінет у офісі або певний відділ, а для провайдера - багатоквартирний будинок або певний житловий блок у такому будинку. Зверніть увагу, що кожен провайдер обирає рівень сегментації при

побудові своєї мережі. Сегменти мережі, або віртуальні локальні мережі (VLAN), дозволяють групам користувачів об'єднуватися в логічні мережі та розділяти окремі групи.

Якщо ваша мережа «плоска», тобто клієнти, комутатори, маршрутизатори та сервери знаходяться в одному логічному сегменті, це вважається дуже поганим тоном. Такі мережі мають багато недоліків. Більш правильне рішення - в ідеалі розділити всю мережу на менші підмережі та призначити кожному клієнту VLAN.

Рівень агрегації

Проміжний рівень між ядром мережі та рівнем доступу. Цей етап реалізується на комутаторах L3, але рідше реалізується на маршрутизаторах через їхню високу вартість і робочі деталі в певних типах об'єктів. Основним завданням пристрою є об'єднання з'єднань від комутаторів рівня доступу на «транкових» комутаторах за топологією «зірка». Відстань від комутатора доступу до комутаторів цієї групи може становити декілька кілометрів. Якщо на рівні доступу використовуються комутатори L2 і мережа сегментована, інтерфейси L3 VLAN, зареєстровані на рівні доступу, організовуються на цьому рівні. Такий підхід може певною мірою знизити навантаження на ядро мережі. У цьому випадку ядро не має запису самої VLAN і параметрів інтерфейсу VLAN, лише маршрут до кінцевої підмережі.

Обладнання, яке найчастіше використовують провайдери для реалізації цього обсягу робіт, — це Cisco Catalyst серії 3750 і 3550, зокрема WS-C3550-24-FX-SMI.



Рис. 2.7 – Комутатор Cisco Catalyst серії 3750

Рівень ядра

Ядро є важливою частиною будь-якої мережі. Цей рівень не часто реалізується у високопродуктивних комутаторах L3 у маршрутизаторах (також для зменшення вартості самої мережі). Як згадувалося раніше, залежно від архітектури мережі, ядро може або «утримувати» статичні маршрути, або бути налаштованим для динамічної маршрутизації.

Рівень серверу

Як випливає з назви, він реалізований мережевим сервером. Реалізація може працювати як на серверних платформах, так і на спеціальних пристроях. Сьогодні програмне забезпечення серверної платформи, як і операційні системи, на яких воно працює, доступне від багатьох виробників і з різними типами ліцензій.

Таблиця 2.3

1.	<i>DHCP</i> -сервер
2.	<i>DNS</i> -сервер
3.	Один або більше серверів доступу (якщо потрібно).
4.	Сервер AAA (radius або diameter)

5.	Сервер білінгу
6.	Сервер бази даних
7.	Сервер, який зберігає статистику потоку та платіжну інформацію.
8.	Сервер моніторингу мережі
9.	СОРМ
10.	Пристрій фільтрації трафіку.
11.	Розважальні послуги для користувачів (необов'язково).
12.	Сервери вмісту (такі як Google Cache).

Таблиця 2.3 - Вибір постачальника за замовчуванням на рівні сервісу

3) Стійка

Для розміщення всього необхідного обладнання потрібен стелаж. Рекомендується придбати 19-дюймову стійку з прозорими дверцятами з надійним замком, щоб захистити вашу систему від пилу та запобігти несанкціонованому доступу та втручанню в налаштування сервера. Після встановлення обладнання провайдера має бути передане на перевірку інспектору. Загальна вартість закупівлі обладнання на цьому рівні не перевищує 70 тис. грн.

2.1.2 Техніка GPON.

Наразі на українському ринку користуються попитом лінійки GPON від таких виробників: Huawei, Qtech, Vdcom, Eltex

EchoLife EG8145V5



Рис. 2.8 – Термінал GPON EchoLife EG8145V5

EchoLife EG8145V5 - це розумний оптичний мережевий термінал типу ONT (оптичний мережевий термінал) від Huawei для рішення FTTH. Використовуючи технологію GPON, він забезпечує домашнім користувачам широкопasmовий доступ. EG8145V5 підтримує два діапазони частот 802.11ac і має високопродуктивні можливості переадресації, щоб забезпечити відмінний досвід у використанні послуг голосу, Інтернету та відео в форматі HD. Ці характеристики роблять EG8145V5 ідеальним вибором для широкопasmового доступу.

Характеристики GPON EchoLife EG8145V5

- Пасивний оптичний розгладувач;
- Розширення передачі GPON до ONT;
- Не вимагає живлення або охолодження;
- Майже необмежений MTBF;
- Загальні розміри: 1X8, 1X16, 1X32, 2X32;
- Чим вищий коефіцієнт розподілу, тим більше ONT можна отримати на порт GPON.

- Вищий коефіцієнт розбиття зменшує доступну пропускну здатність.



Рис. 2.9 - Оптичний розгалужувач

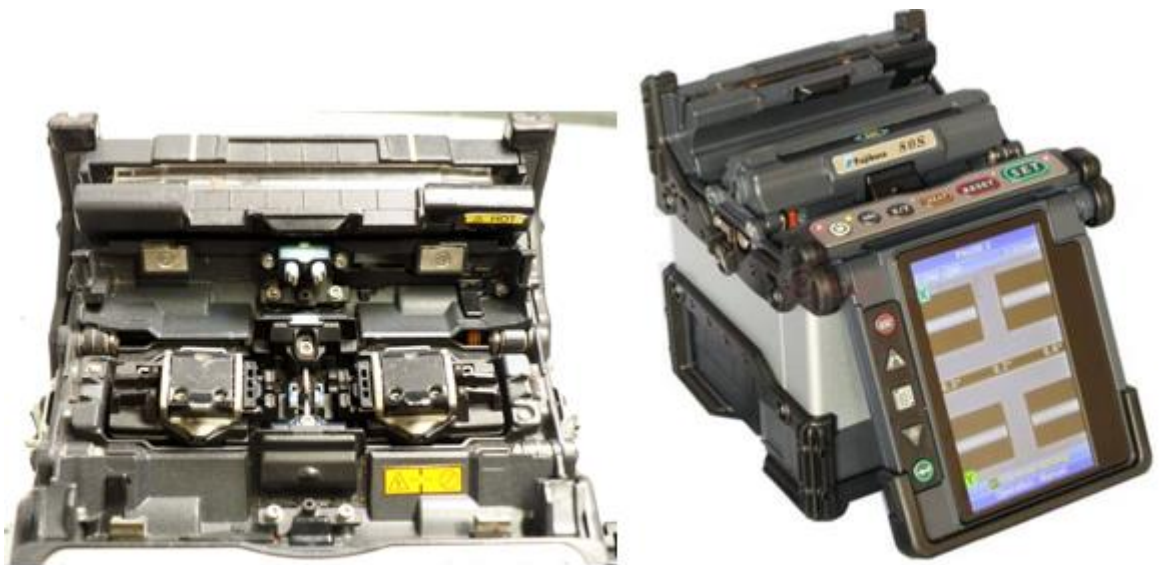


Рис. 2.10 - Автоматичний зварювальний апарат Fujikura 80S Standard

Новітній зварювальний апарат Fujikura 80S характеризується високою швидкістю зварювання та простотою експлуатації. Для початку роботи досить підготувати волокно і помістити його в затискач. Вітрозахисна кришка автоматично закриється, і апарат почне процес зварювання. Апарат оснащений літій-іонним акумулятором ємністю 4000 мА*год, який при повному заряді може виконати до 200 зварювальних швів. Він також

поставляється з монтажною підставкою, яка може надійно закріпити зварювальний апарат.

Основні характеристики Fujikura 80S:

- Використовуючи повністю автоматичну губку і вітрозахисну кришку, час процесу зварювання та усадки скорочується.
- Новий футляр для транспортування з практичним монтажним столом.
- Захист від вологи, пилу та механічних пошкоджень.
- 200 циклів зварювання та усадки від акумулятора.

РОЗДІЛ III . ОЦІНКА ПОКРИТТЯ МЕРЕЖ МОБІЛЬНОГО ТА ДОМАШНЬОГО ІНТЕРНЕТУ

3.1 Покриття ділянки

Розробивши багато нових технологій, які доступні майже всім у світі, провайдери повинні надавати послуги всім, хто їх потребує. Великі телекомунікаційні компанії та постачальники послуг перебувають під тиском, щоб побудувати значні оптичні мережі, щоб вирішити проблеми з зоною покриття, збільшити швидкість передачі даних і покращити якість.

Найефективнішим вирішенням цієї проблеми є використання сучасної вдосконаленої технології DWDM, яка може збільшити пропускну здатність інфраструктури оптичного кабелю в кілька разів.

DWDM (*Dense Wave Division Multiplexing*) — це технологія для передачі та стиснення кількох оптичних сигналів різних довжин хвиль у межах оптичного волокна. Пристрій DWDM дозволяє комбінувати один канал, десятки або навіть сотні довжин хвиль, для транспортування різного трафіку різних протоколів (IP, ATM, SONET, SDH, Ethernet) на різних швидкостях (до 100 Мбіт/с до 2,5 Гбіт/с).

Найчастіше DWDM використовується для модернізації та розширення існуючих оптоволоконних мереж, щоб збільшити пропускну здатність і доступність мережі для операторів і постачальників послуг. Однією з головних переваг мереж DWDM для бізнесу є швидке повернення витрат на впровадження.

3.2 Рівні провайдингу

Основною метою всіх постачальників Інтернет-послуг є забезпечення доступу до Інтернету, телефонії та цифрового телебачення. Для забезпечення кожної з цих послуг необхідно побудувати відповідну мережу.

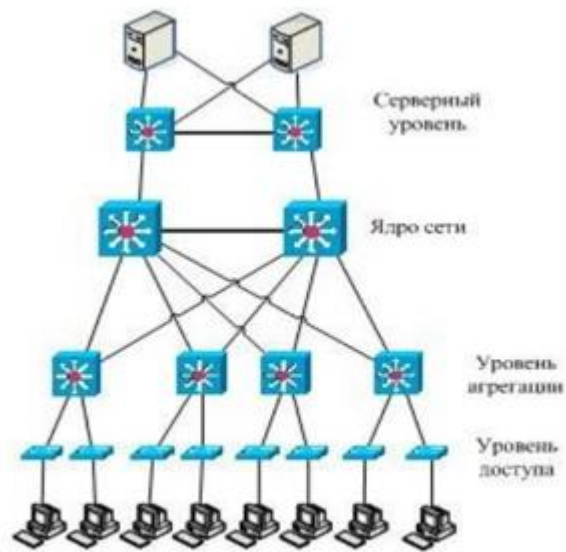


Рис 3.1 – Еталонна модель побудови мережі

На цьому малюнку показано мережеву модель, яка представляє приклад структури, яка поєднує кілька топологій типу «зірка» у формі топології «дерева». У цій моделі можуть бути створені додаткові з'єднання для компенсації впливу одного вузла на всю мережу, що є основним недоліком цієї топології. Однак це призводить до більшого споживання електроенергії та подвоєння вартості кабелю. Компанії застосовують підсилення лише до найбільш критичних частин своїх мереж.

Важливо зазначити, що ця модель є лише одним із прикладів моделі мережі, і існує багато інших варіантів. Крім того, розбивка за рівнями може відрізнитися від наведеної вище.

Деякі пристрої можна використовувати на кількох рівнях, тоді як інші можуть не використовуватися взагалі.

Конкретно ця модель включає в себе чотири рівні:

- рівень доступу;
- рівень агрегації;
- рівень ядра мережі;
- рівень серверу.

3.3 Дослідження функціонування мобільної інтернет-мережі в Україні.

В рамках дипломної роботи було досліджено теоретичні можливості надання Інтернету різними технологіями, різними провайдерами та у різних місцевостях. Оскільки вони мають спільні межі та використовують аналогічні технології, вирішено провести практичний експеримент для порівняння провайдерів у містах та селищах міського типу.

Для цього спочатку необхідно дослідити межі покриття всіх технологій, що були розглянуті у попередніх розділах, а саме: Ethernet, GPON, 3G, 4G. На основі цих даних будуть проведені порівняння провайдерів та технологій.

3.3.1 Оператор Київстар

На даний момент один з найбільших мережевих провайдерів, майже повністю покриває всю країну, за винятком кількох регіонів.

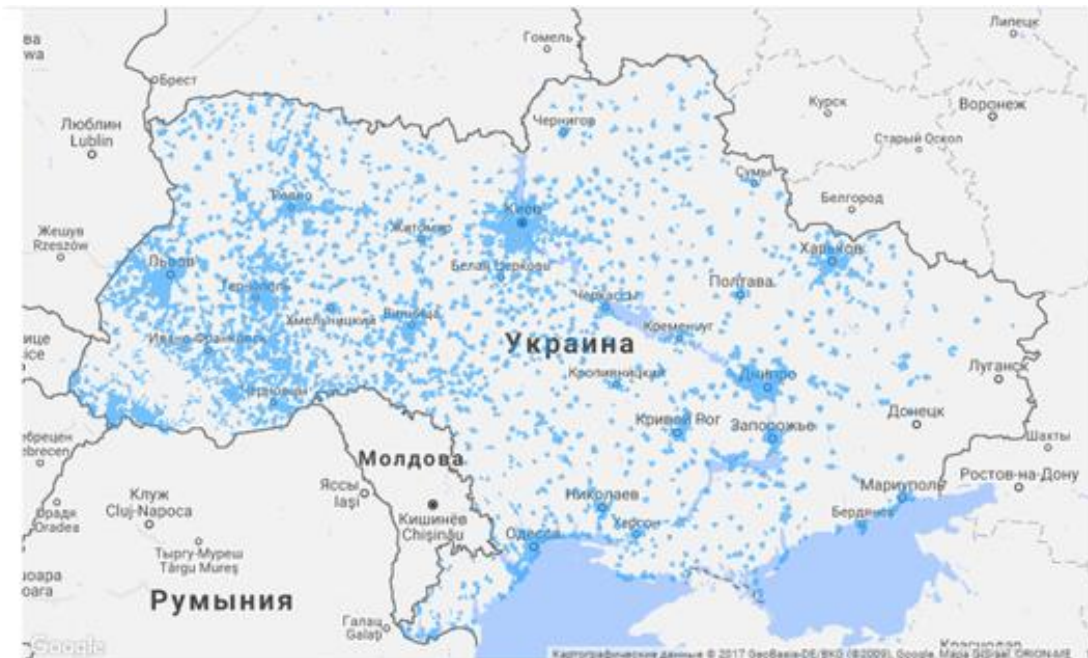


Рис. 3.2 – Покриття мобільного провайдера Київстар 3G

На карті покриття чітко видно розташування вишок 3G, в основному у великих містах і деяких невеликих населених пунктах. Серед міст з найбільшим охопленням виділяються такі міста: Київ Харків Львів Дніпро.

З приближенням карти покриття Київської області, ми бачимо, що майже весь центр покритий 3G, в той час як села Київської області не мають такого спільного зв'язку, тому інтернет відсутній.

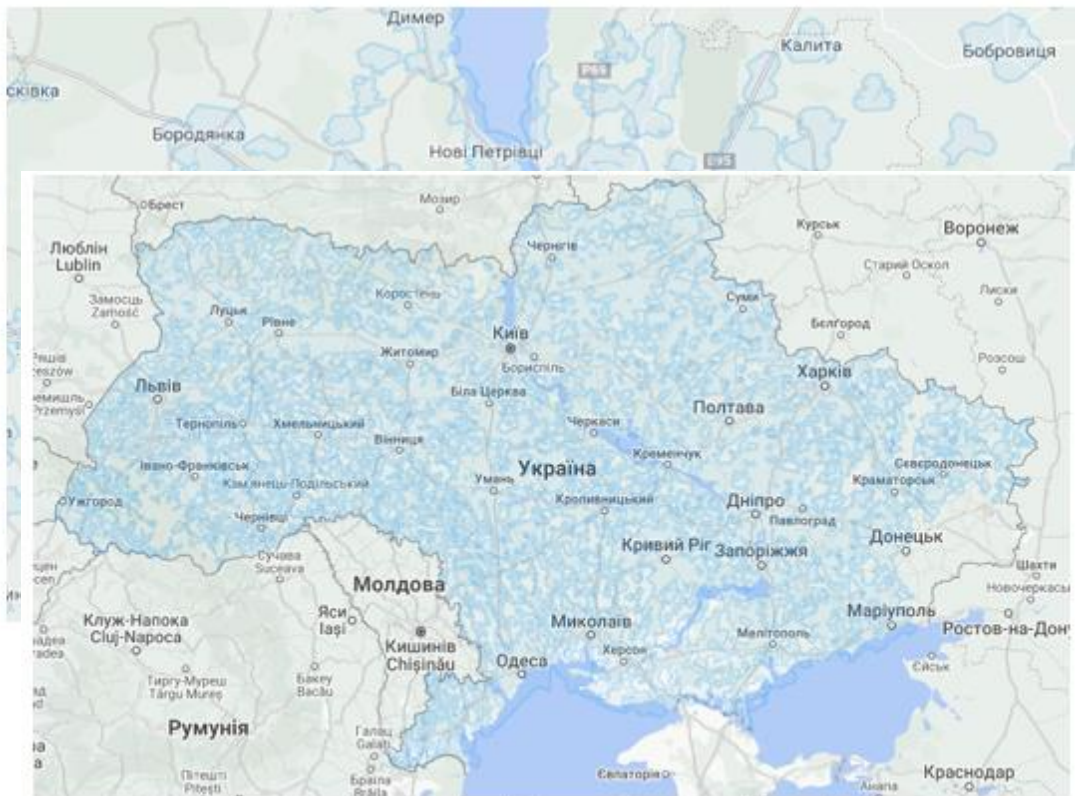


Рис 3.4 – 4G-покриття в Україні

Ми ясно усвідомлюємо обмеження пакетної комутації та знаємо, що технологія 3G має певні обмеження, особливо щодо кількості базових станцій.

З зображення вище можна побачити, що технологія LTE покрила значно більшу частину країни. Отож, і в Київській області сигнал став сильнішим. Видно, що у центральних частинах великі зміни відсутні, в той час, як для селищ різниця присутня.



Рис 3.5 – LTE в Київській області

Хоча карта покриття надає нам теоретичні межі мережі, при детальнішому розгляді стає зрозуміло, що сила сигналу від кожної базової станції змінюється в залежності від її потужності. Щоб підтвердити це, можна використовувати спеціальне програмне забезпечення, яке відстежує швидкість пакетної комутації в мережі (*Speed Test*). Ми скористалися двома програмами: Oensignal, Speed Test (від Ookla).



Рис. 3.6 – Програма для перевірки швидкості інтернету Opensignal



Рис. 3.7 - Програма для перевірки швидкості інтернету Ookla

За даними, отриманими з Opensignal, ми спостерігаємо наступне:

При використанні 3G від Київстар: вул. Маяковського – Вигурівщина (Opensignal).

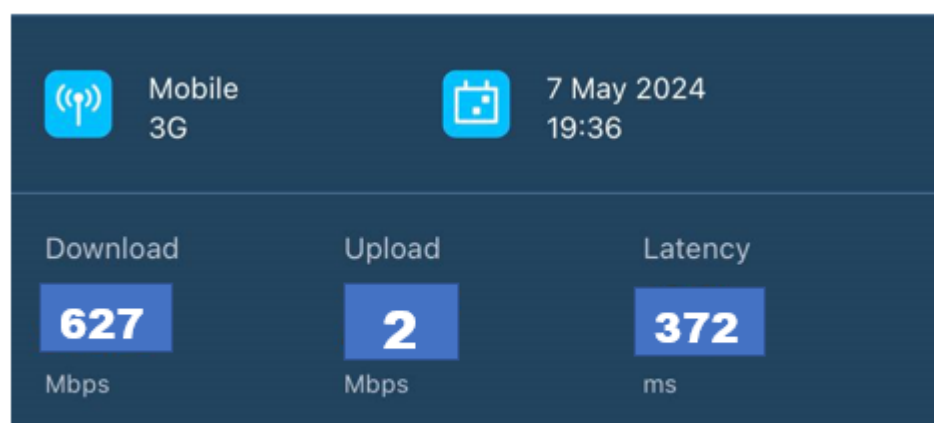


Рис. 3.8 – Тест швидкості Вигурівщина 3G

При використанні 4G від Київстар: вул.Маяковського – Вигурівщина (Opensignal).

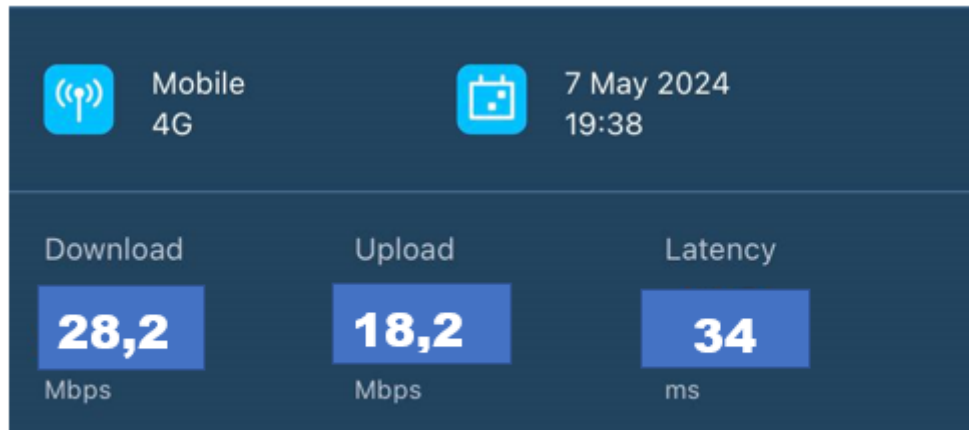


Рис. 3.9 – Тест швидкості Вигурівщина 4G

На основі цих показників ми бачимо значну різницю у швидкості передачі даних між двома технологіями. 4G значно швидше, ніж 3G. Заміри швидкості до цього моменту проводилися за закритими дверима.

При використанні 4G від Київстар: Київ, Оболонь (Ookla).



Рис. 3.10 – Оболонь – тест швидкості

Результати Speed Test Ookla на території Оболоні показують гіршу швидкість, хоча ця територія не значно віддалена від попередньої. Це може бути зумовлено розташуванням вежі інтернет-мережі або іншими факторами, такими як перешкоди для проходження сигналу.

При використанні 4G від Київстар: Київ, Голосіївський район (Ookla).



Рис. 3.11 – Оболонь – тест швидкості

3.3.2 Оператор Vodafone

Це один з найбільших провайдерів в Україні та за її межами, що є відмінним прикладом міжконтинентального надання послуг.

3G покриття

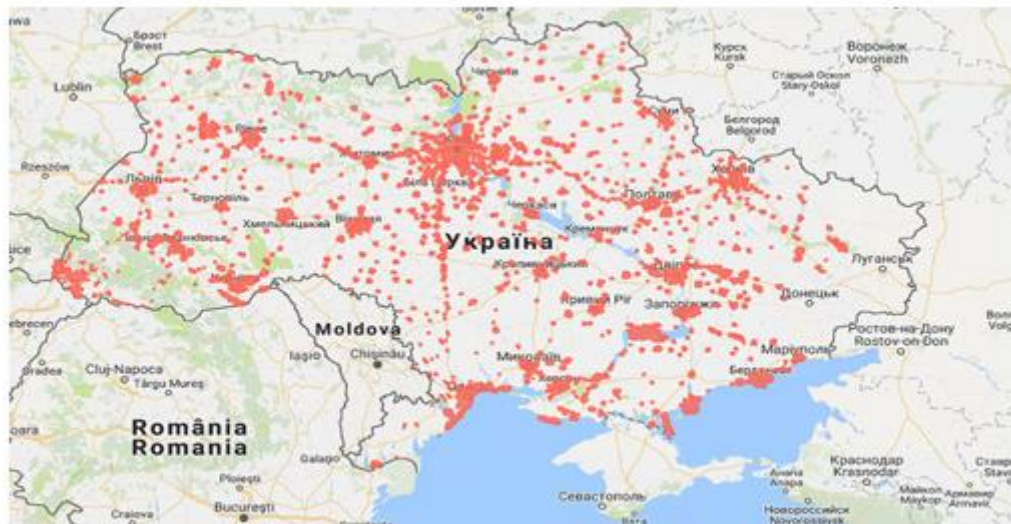


Рис. 3.12 – Карта охоплення мережею 3G від Vodafone

Протилежно від Київстару, спостерігається, що зона покриття 3G технології у Водафон значно ширша, охоплюючи значно більше територій, які були недоступні для Київстару.

4G покриття:

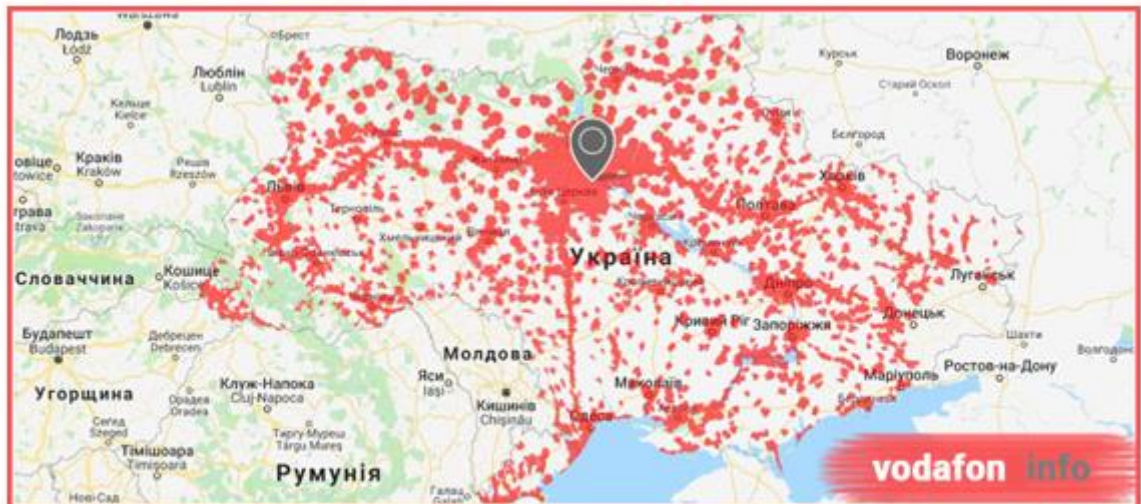


Рис. 3.13 – Карта охоплення мережею 4G від Vodafone

Однак варто зазначити, що мережа 4G Київстар охоплювала більшу територію на заході України, ніж мережа 4G Vodafone. Також ми можемо помітити відмінність у покритті мережі LTE.

Покриття LTE 900:

Базова станція з частотою 900 МГц забезпечує високошвидкісний зв'язок на відстані до 13,4 км.



Рис. 3.14 – Карта охоплення мережею LTE 900

Покриття LTE 1800:

Діапазон 1800 МГц найчастіше використовується в усьому світі та є стандартом для операторів Vodafone.

Має високу пропускну здатність, але при цьому радіус покриття відносно невеликий, близько 6,8 км.

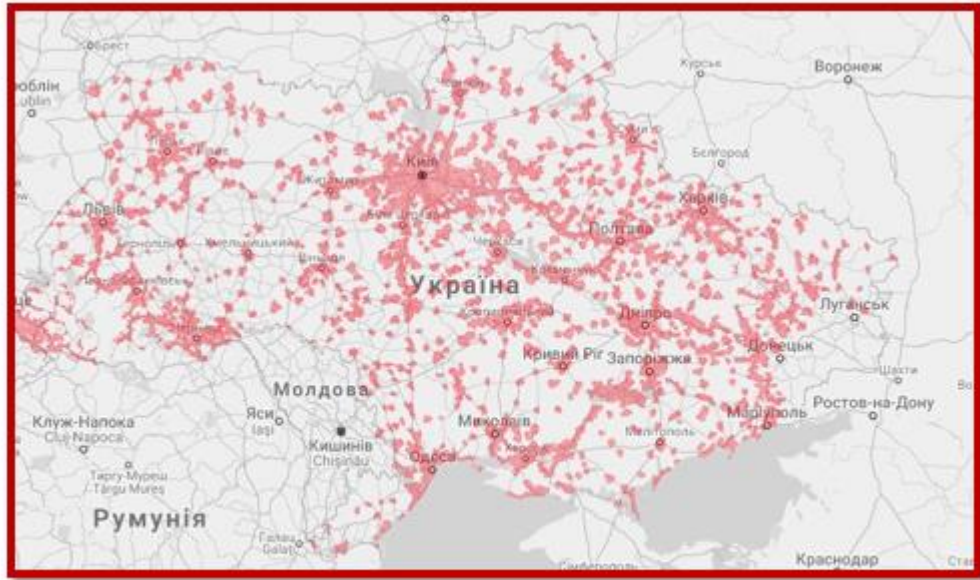


Рис. 3.15 – Карта охоплення мережею LTE 1800

Покриття LTE 2600:

Наразі 4G покриття на частоті 2600 МГц (зі швидкістю до 1 Гбіт/с) використовується переважно лише у великих містах та їх передмістях (таких як Київ, Харків, Львів, Запоріжжя), і дуже рідко зустрічається у селищах міського типу. Це може свідчити або про високі витрати на впровадження цієї технології, або про те, що вона ще не повністю визначена для задоволення потреб користувачів.

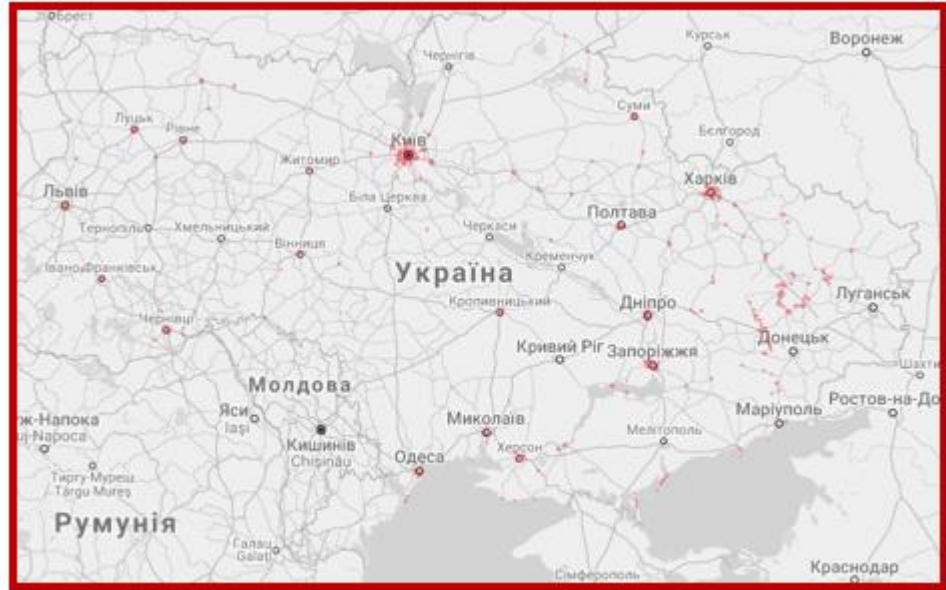


Рис. 3.16 – Карта охоплення мережею LTE 2600

На вищенаведених картах можна спостерігати, що 900 МГц є переважною частотою за межами столиці та великих міст, тоді як 1800 МГц є найпоширенішою частотою у великих та інших густонаселених містах.

Дослідження швидкості інтернету мережі Vodafone, Київ, Печерський район (застосунок Ookla).



Рис. 3.17 – Швидкість інтернету в мережі Vodafone у Києві, Печерський район (Ookla)

Дослідження швидкості інтернету LTE в смт Кельменці, Чернівецька область (застосунок Ookla).



Рис. 3.18 – Швидкість інтернету у мережі Vodafone 4G у Чернівецькій області (Ookla)

Ці скріншоти показують, що показники в Чернівецькій області дуже високі.

Можна зробити висновок, що навіть невеликих у міських поселеннях, за сприятливих умов розташування, можна отримати кращий сигнал, ніж у центрі.

Той самий населений пункт, але вже з сигналом 3G:



Рис. 3.19 – Швидкість інтернету в мережі Vodafone 3G у Чернівецькій області (Ookla)

В околицях Чернівців рівень сигналу 3G нижчий, ніж середній рівень 4G в регіоні.

Дослідження швидкості інтернету мережі Vodafone, Хмельницька область (застосунок Ookla).



Рис. 3.20 – Швидкість інтернету в мережі Vodafone у Хмельницькій області (Ookla)

Тут можна замітити, що сигнал нестабільний, тому що абонент був у русі. Однак навіть за таких умов у міських поселеннях індикатори показують середню якість сигналу.

Дослідження швидкості інтернету мережі Vodafone, село Проліски, Бориспільського району (застосунок Ookla).



Рис. 3.21 – Швидкість інтернету в мережі Vodafone у селі Проліски, Бориспільського району (Ookla)

Це чудовий приклад зміни якості сигналу в одному місці.

Цей абонент перейшов з сигналу оператора Київстар на сигнал оператора Vodafone. Це свідчить про те, що антена Київстару набагато ближче. Київстар удвічі швидший і має сильніший сигнал, ніж Vodafone, хоча попередній приклад був на користь Vodafone.

Враховуючи, що Vodafone є міжнародним оператором, ми можемо подивитися на відмінності в технологіях і сигналах між містами в різних країнах.

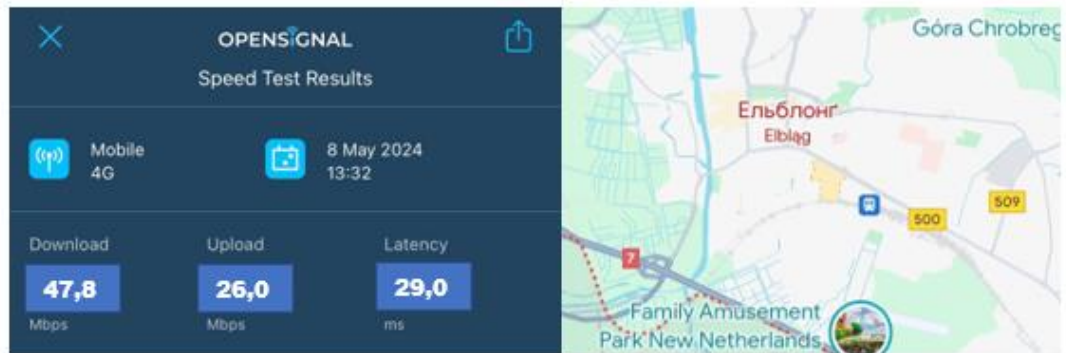


Рис. 3.22 – Швидкість інтернету мережі Vodafone у місті Ельблонг, Польща (Opensignal)

Використовуючи той самий тест швидкості в мережі Vodafone, абонент виявляє, що в середньому сигнал не такий потужний, нижчий, ніж у деяких місцях в Україні.

З цього можна зробити висновок, що за схожою схемою працює технологія Vodafone за кордоном.

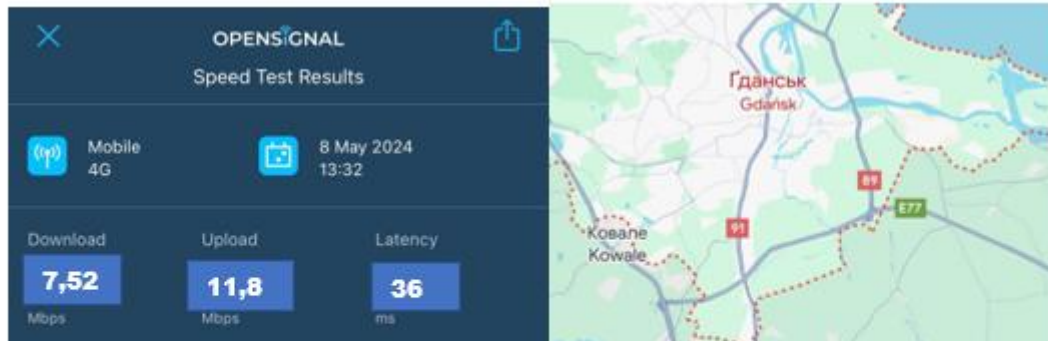


Рис. 3.23 – Швидкість інтернету мережі Vodafone у селищі біля міста Гданськ, Польща (Opendignal)

У цьому випадку абонент їде потягом з міста в місто, і виявляє, що біля села поблизу Гданська дуже слабкий сигнал.

Цей населений пункт без радіовишок, тому сигнал дуже слабкий для підключення 4G.

3.3.3 Оператор Lifecell

Цей провайдер використовує технологію 3G+ або HSPA+ (High Speed

Packet Access Plus).

Ця технологія дозволяє передавати дані через мережі 3G зі швидкістю до десятків мегабіт на секунду. Це дуже швидко для 3G.

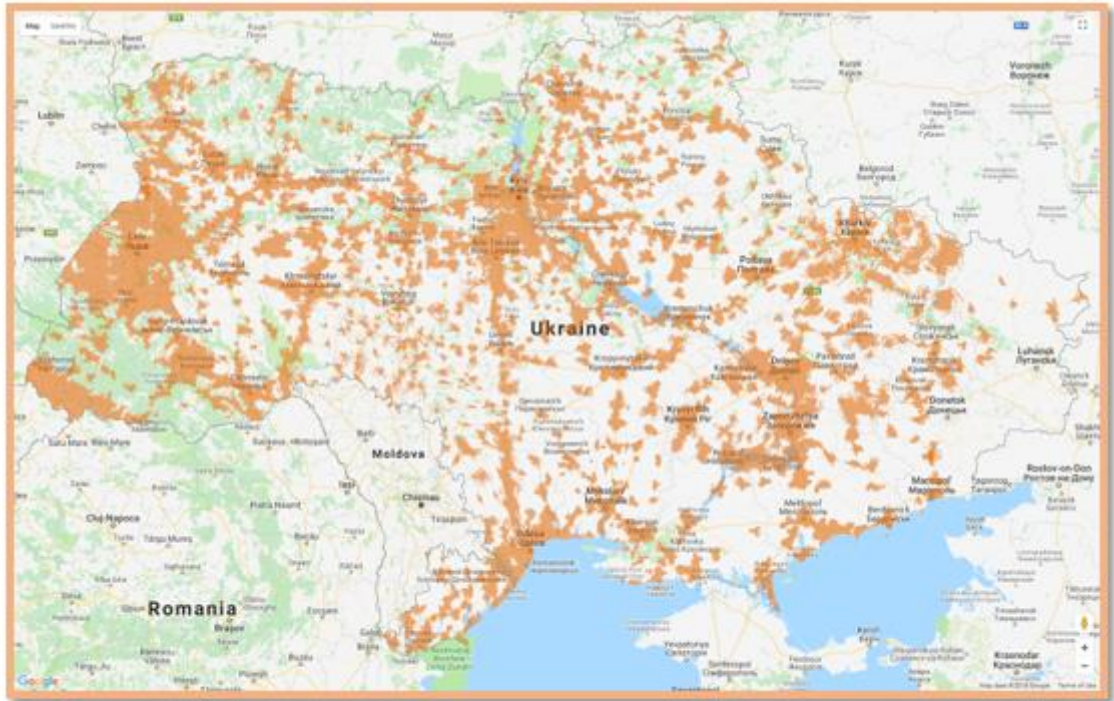


Рис. 3.24. – Покриття мобільного провайдера Lifecell 3G

На перший погляд, зона покриття 3G Lifecell відносно невелика серед трьох провайдерів. Основними територіями, охопленими Інтернетом, є великі міста та їхні регіони.

Порівнявши з Vodafone зона покриття Lifecell приблизно вдвічі менша.

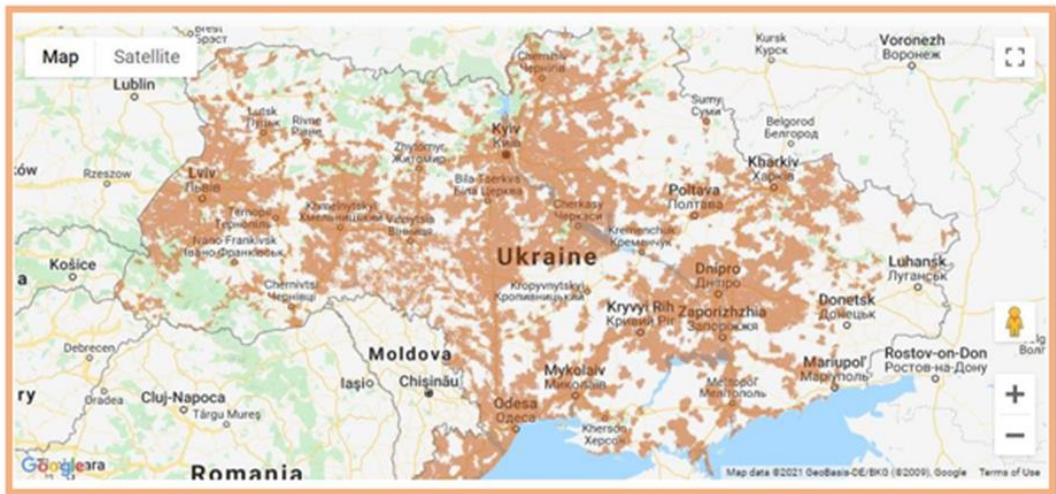


Рис. 3.25 – Покриття мобільного провайдера Lifecell 4.5G

Термін «4.5G» відноситься до стандарту LTE Advanced Pro – четвертого покоління зв’язку. Для надання послуг зв’язку четвертого покоління Lifecell використовує радіостанції, що відповідають вимогам 3GPP Releases 13 та 14 3GPP, тобто стандарту LTE Advanced Pro.

Завдяки накладенню двох технологій немає чітких відмінностей між регіонами, і хоча обсяги зросли, вони абсолютно невідомі порівняно з іншими постачальниками.

Зіставлення швидкостей Lifecell

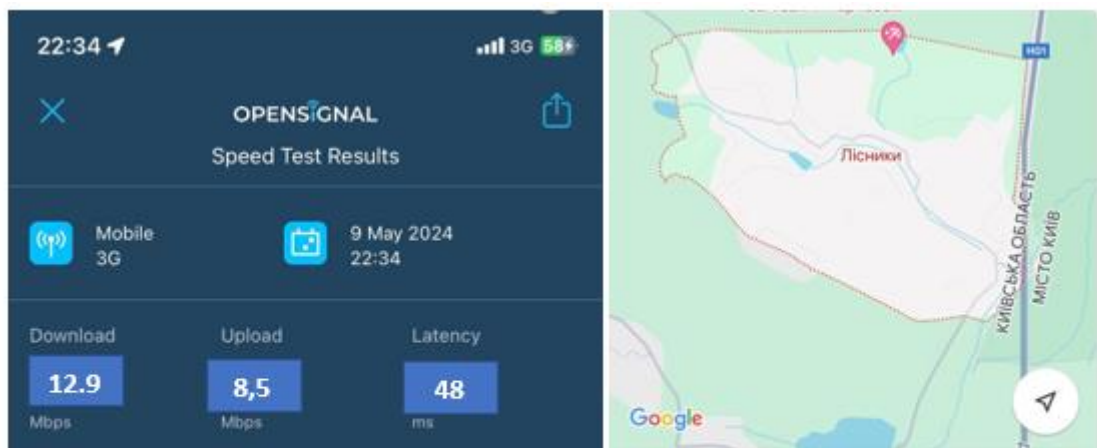


Рис. 2.26 – Швидкість інтернету мережі Lifecell 3G у селі Лісники, Київська область

Є досить хороші показники 3G-інтернету між селом і містом.



Рис. 3.27 – Швидкість інтернету мережі Lifecell 4G у селі Лісники, Київська область



Рис. 3.28 – Швидкість інтернету мережі Lifecell на Дарницькому районі
Києва

Низькі результати спостерігаються в деяких районах міста через обмежену зону покриття. Наприклад, в іншому тесті швидкості в цей момент взагалі немає сигналу.

Зібравши дані з різних місць і в різний час та порівнявши трьох мобільних операторів в Україні та за її межами, ми приходимо до таких висновків: найбільше покриття 3G має Vodafone, 4G – Київстар, найшвидша передача даних – Lifecell.

Ми можемо визначити, що кожен з трьох провайдерів переважає над іншими двома у конкретному середовищі. Це показує залежність між зонами покриття та потужністю сигналу. Технологія 4G від Київстар особливо зручна для використання в невеликих містах і населених пунктах, оскільки доступна в більшості випадків.

Таблиця 3.4

		
<p>Київстар має найбільше покриття мережі 4G, але відстає від двох інших</p>	<p>Політика Vodafone полягає в тому, що не всі клієнти готові відмовитися від звичної</p>	<p>Lifecell відстає від двох зазначених провайдерів у зоні покриття, але має кращі технології 3G та 4G.</p>

<p>провайдерів у покритті 3G. Немає сенсу чи логіки підтримувати велику кількість двох технологій одночасно.</p> <p>Швидше за все, технологія 3G буде активно використовуватися в багатьох невеликих селах, які не вимагають масштабного чи швидкого обміну інформацією між селами.</p>	<p>технології, і вона розгортає 4G на нижчих швидкостях, ніж Київстар.</p>	<p>Це забезпечує дотримання абонентської політики у великих містах.</p>
---	--	---

Таблиця 3.4 – Порівняння трьох інтернет - провайдерів України

3.3.4 Інтернет GPON

Деякі провайдери вже почали використовувати технологію GPON для підключення своїх абонентів. Ця технологія дозволяє прокладати оптичні кабелі безпосередньо в квартирах і приватних будинках абонентів.

Далі встановлюється оптична розетка, широко відома як «оптичний маршрутизатор», до якої буде підключено термінал GPON. GPON-термінал (ONT) має всі функції повноцінного маршрутизатора.

ONT, або оптичні термінали, що мають всі функції роутера, надають можливість підключення до таких послуг, як домашній інтернет, вайфай, інтернет ТВ, включаючи HD і 4K контент, а також системи відеонагляду та інші послуги.

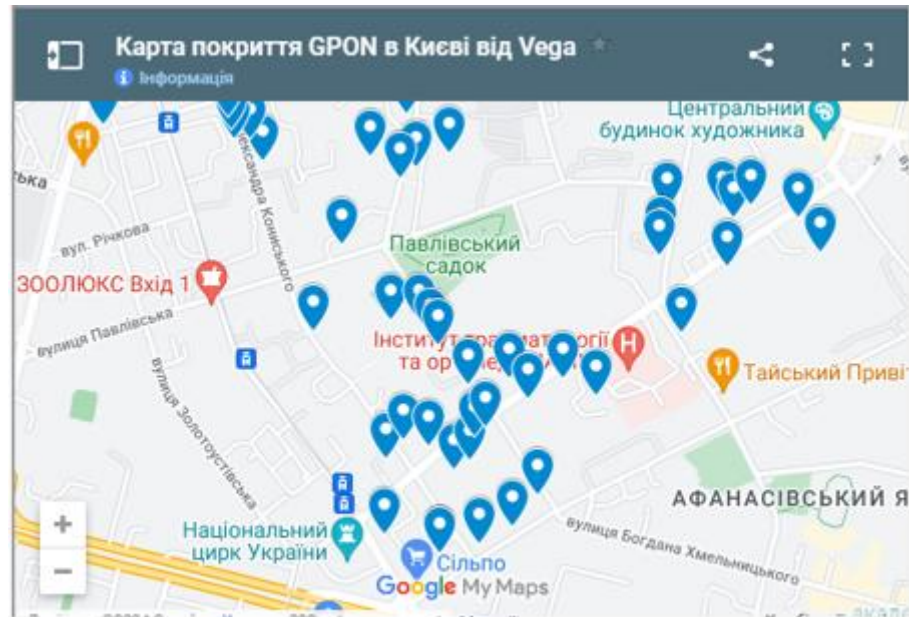


Рис. 3.29 – Карта покриття GPON Vega у Києві

Для втілення цієї технології, компанія VEGA охопила лише чотири райони, починаючи від вулиці Обсерваторна і до вулиці Полтавська. VEGA використовує GPON лише в двох містах: Києві та Одесі. У кожному місті за цією технологією здано не більше 105 будівель.

Навіть з усіма плюсами GPON технології для провайдерів, вона використовується дуже рідко. Це пов'язано з тим, що вона потребує застосування спеціальної зварювальної техніки, через яку виконати відлагоджувальні роботи досить важко та довго. Така ситуація унеможливорює використання технології всюди, особливо в невеликих міських поселеннях. Оператор VEGA зараз тестує цю технологію перед її повним впровадженням.

Технологія GPON ідеально підходить для нових будівель, які можуть бути далеко від основних вузлів мережі Ethernet. Вона може стати дуже привабливим вибором для селищ міського типу в найближчому майбутньому.

3.3.5 Підключення по технології Ethernet

Підключення через порт Ethernet забезпечує локальну передачу даних і значно покращує якість сигналу від джерела до приймача.

Порт Ethernet забезпечує пряме з'єднання, яке може передавати дані зі

швидкістю до 1 Гбіт/с.

На рисунку нижче зображена найпростіша схема побудови домашньої мережі. Отриманий від провайдера роутер із вбудованим модемом та точкою доступу є зручним рішенням для створення домашньої мережі. Він підключає до чотирьох пристроїв за допомогою мережевого (UTP) кабелю. Такий маршрутизатор об'єднує в собі функції модему, який забезпечує під'єднання до інтернету, та точки доступу Wi-Fi, що дозволяє бездротово підключати прилади до мережі. Це забезпечує комфортність та дієвість у експлуатації домашньої мережі, зокрема для користувачів, які не мають бажання витратити час на налаштування окремих пристроїв.



Рис. 3.30 – Побудова домашньої інтернет - мережі

Зразки пінгування Internet трафіку:

- 1) Перший приклад – мережа Ethernet Київстар, куди сигнал надходить з маршрутизатора Xiaomi Mi Router AX1800 Router. На тарифному плані 100 Мбіт/с спостерігається погіршення якості сигналу, оскільки цей сигнал надсилається розгалуженим маршрутизатором. Тому припустимо, що сигнал на приймачі передачі даних.



Рис. 3.31 – Підключення Ethernet від Київстар

Зразок локального з'єднання через порт Ethernet.



Рис. 3.32 – Підключення Ethernet від Київстар (Local)

Ми помічаємо збільшення швидкості. Це говорить про те, що сигнал

тепер надсилається безпосередньо на хост, незалежно від характеристик маршрутизатора.

2) Другий зразок з'єднання з вузьким трафіком:

Wi-Fi з'єднання



Рис. 3.33 – Підключення Ethernet від Lifecell



Рис. 3.34 – Підключення Ethernet від Lifecell (Local)

Однією з головних переваг Ethernet над GPON є те, що його легко встановити та налаштувати. Ви можете будь-коли змінити спосіб розповсюдження сигналів.

Мідний дріт дуже гнучкий і надійний порівняно з іншими матеріалами, тому кабелі типу «вита пара» часто використовуються в системах з великою кількістю користувачів, таких як житлові будівлі, офісні приміщення та великі центри.

Звичайно, система Ethernet має свої недоліки. Наприклад, вона може бути дорогою для встановлення в будівлях, оскільки потребує комутатора на кожному з рівнів. Окрім того, вона ускладнює обмежений фізичний доступ, тому, що порти в кімнатах мають лишатися на місці, що може бути проблематичним для приватних будинків та сіл. Також буває проблема із підвищенням пропускної здатності, оскільки зростання потреби вимагає заміни кабелю.

ВИСНОВКИ

У цьому дипломному проєкті розроблено комплекс з апаратно-програмних засобів для створення провайдингової компанії в селищі міського типу з метою надання доступу користувачам до мережі Інтернет та пов'язаних послуг.

У першому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи проаналізовано різні аспекти технологій провайденгу Інтернету та показано структуру Інтернету з основними її елементами. Також досліджено технологію трансляції IP-адрес та проаналізовано основний протокол керування передачею даних, порівняно два основних адресних протоколи. Окреслено взаємодію технологій на фізичному та каналному рівнях мережевої моделі взаємодій, вивчені головні принципи комутації та маршрутизації.

У другому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи було досліджено стадії вибору інструментів інтернет провайдера, встановлені та порівняні види техніки між собою.

У третьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи проведено аналіз ефективності мобільних та домашніх Інтернет мереж трьох операторів на території України. Під час дослідження зібрано дані про охопленість різними технологіями кожного оператора, як в межах країни, так і поза її межами.

В рамках роботи проведено порівняльний аналіз двох мережевих технологій надання Інтернету. Результати показують, що з точки зору провайдера використання технології пасивної оптичної мережі GPON є найкращим варіантом для міського домашнього Інтернету. Щоб побудувати таку мережу, знадобляться кілька оптоволоконних розгалужувачів (в залежності від розміру мережі та кількості користувачів), сервер на потужній платформі, термінал GPON (в даному випадку був обраний EchoLife EG8145V5), автоматичне зварювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воробієнко, П.П. «Телекомунікаційні та інформаційні мережі»: навчальний посібник: «Самміткнига», 2010. – 640 ст.
2. Будова мультиплексорів/демультиплексорів CWDM, їх різновиди [Електронний ресурс] URL: https://www.omnilink.com.ua/ukr/articles/cwdm_mat4ast3
3. Протокол TCP [Електронний ресурс] URL: <http://nikolay.in.ua/navchaemos/windows-xp/protokoli-merezhi/56-vivchennya-protokoliv-tcp-ip>
4. Огляд мережевих стандартів для побудови комп'ютерних мереж [Електронний ресурс] URL: https://dl.nure.ua/pluginfile.php/275142/mod_resource/content/
5. Фізичний рівень моделі OSI [Електронний ресурс] URL: <https://itedu.center/ua/blog/articles/everything-about-the-osi-model-in-7-minutes/>
6. Технологія провайдингу Інтернету ETHERNET [Електронний ресурс] URL: https://ye.ua/syspilstvo/63293_Tehnologiya_Ethernet__rozumna_arhitektura_internet_merezhi_nadiynist_i_bezpeka_zv_yazku.html
7. Типи протоколів маршрутизації: статичний, динамічний, IP, CISCO. Що таке протоколи маршрутизації? [Електронний ресурс] URL: <https://guru99.com/uk/routing-protocol-types.html>
8. Одна з переваг Інтернету по технології GPON — незалежність від електромережі [Електронний ресурс] URL: <https://dvs-sat.com/news/company/odna-z-perevah-internetu-po-tekhnologii-gpon-nezalezhnist-vid-elektromerezhi.html>
9. Підключення та налаштування комутатора [Електронний ресурс] URL: <https://e-server.com.ua/uk/poradi/pidkljuchennja-ta-nalashtuvannja-komutatora>
10. Принципи мережевої взаємодії [Електронний ресурс] URL:

https://marytisna.blogspot.com/2017/12/blog-post_11.html

11. Карта покриття Lifecell 2G/3G+/4.5G [Електронний ресурс] URL:
<https://www.lifecell.ua/uk/3g-map/?flavour=full>
12. Карта покриття 3G інтернету в Україні від Kyivstar [Електронний ресурс]
URL: <https://v3g.com.ua/map-kiyivstar-3g>
13. Пристрій для перекладу мережевих адрес (NAT) [Електронний ресурс]
URL: <https://hyperhost.ua/info/uk/shcho-take-nat-dlya-chogo-vikoristovuyu-daniy-standart>
14. Можливості та різновиди комутаторів [Електронний ресурс] URL:
<https://ntools.com.ua/uk/information/faq/chto-takoe-kommutator-switch>