Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(назва кафедри)

ЗВІТ
З ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ
(вид практики)

на ТОВ Інтелект Груп
(назва бази практики)

Студента (ки) 3-го курсу групи 342
Іванчука Івана Петровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
ОПП «Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів інтернету речей»

Початок практики «26» червня 202_ р.
Закінчення практики «17» липня 202_ р.

Керівники практики:

Від бази практики _____ директор Іван ПЕТРЮК
(підпис) (посада, ім'я, прізвище)

Від кафедри _____ доцент Сергій БАЛОВСЯК
(підпис) (посада, ім'я, прізвище)

Звіт захищено з оцінкою _____
«17» липня 202_ р.

Чернівці
202_

ЗМІСТ

ВСТУП ….....……3

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗУ ПРАКТИКИ .....

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОЧОГО МІСЦЯ …...…..4

3. КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ПРАКТИКИ…….……..…...5

4. РЕЗУЛЬТАТ ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ…….6

4.1. Ознайомлення з некерованими комутаторами та маршрутизаторами від виробника tp-link ……..6

4.2. Налаштування PPPOE з’єднання на маршрутизаторі ….……11

4.3. Підключення за технологією «вита пара»….……..15

4.4. Підключення по технології FTTH …….……16

4.5. Підключення по технології PON ……21

ВИСНОВКИ…….23

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….24

ВСТУП

Метою проектно-технологічної практики є ознайомлення із існуючими методиками ефективного застосування комп'ютерних та мережних технологій для вирішення задач комплексної автоматизації підприємств і установ, а саме ремонтно-монтажного відділу інтернет-провайдера на базі підприємства ТОВ Інтелект Груп.

Під час проходження проектно-технологічної практики виконано наступні завдання:

- досліджено структуру та функції підрозділів інтернет-провайдера на базі підприємства ТОВ Інтелект Груп;
- досліджено апаратне і програмне забезпечення комп'ютерних систем і мереж, які використовуються в ТОВ Інтелект Груп;
- виконано поставлене індивідуальне завдання та оформлено звіт проходження проектно-технологічної практики.

Тривалість практики з 1.07.202_ до 21.07.202_0 (3 тижні).

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗУ ПРАКТИКИ

Проектно-технологічна практика проходила на підприємстві ТОВ «Інтелект Груп» за адресою: м. Чернівці, вул. Проспект Незалежності 103, оф. 502.

Діяльність підприємства (ІТ-компанії) характеризується наступним:

1. 15-річний досвід роботи в підключенні абонентів до глобальної мережі Інтернет та організації внутрішніх корпоративних мереж.
2. Короткі терміни виконання під’єднань абонентів (по регламенту: до 10-ти робочих днів).
3. Порядність і відповідальність, гнучкість підходу до замовника.
4. Повний пакет послуг: від під’єднання абонента до мережі Internet по технології «вита пара», технології FTTH, E-PON, та Ge-PON, до оновлення спектру послуг – надання кінцевому абоненту послуги «Інтернет телебачення» по технології ОТТ.
5. Якісний сайт: зі зручним інтерфейсом та біллінговою системою.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОЧОГО МІСЦЯ

На робочому місці використовувалося таке апаратне і програмне забезпечення:

1. Ноутбук ASUS X540L (дисплей 15.6", 1366 × 768; процессор: Core i3, 4005U, 1.7 ГГц; оперативна пам’ять : 8 ГБ; накопичувач: SSD, 500 ГБ) з встановленою операційною системою Windows 10.
2. Мережевий комутатор (network switch) TP-Link TL-SF1005D та аналогічне мережеве обладнання.

2. КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ПРОХОДЖЕННЯ ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Проектно-технологічна практика виконувалася за таким графіком (табл.2.1):

Таблиця 2.1.

Графік проходження практики

№	Завдання практики	Термін виконання
1.	Ознайомлення з технікою безпеки на підприємстві.	26.06.2020
	Характеристика підприємства. Отримання завдань практики.	27.06.2020
2.	Ознайомлення з комутаторами та роутерами від виробника TP-LINK	29.06.20
3.	Налаштування PPPoE з'єднання на маршрутизаторах TP-Link	30.06.20-01.07.20
4.	Налаштування WiFi з'єднання на маршрутизаторах TP-Link	01.07.20-02.07.20
5.	Ознайомлення з технологією «Вита пара», Обжим конектора RJ-45	02.07.20-03.07.20
6.	Ознайомлення з технологією підключення «ОПТИКА В ДІМ»	03.07.20-07.07.20
7.	Розгляд та порівняння роботи технологій FTTH та PON	07.07.17-09.07.20
8.	Діагностика несправності інтернет мережі FTTH.	09.07.20-10.07.20
	Оформлення звіту з практики	11.07.20-14.07.20
9.	Представлення звіту з практики керівнику практики від підприємства	16.07.20
10.	Представлення звіту з практики керівнику практики від ВНЗ	17.07.20
11.	Захист практики	31.08.20

3. РЕЗУЛЬТАТ ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

3.1. Ознайомлення з некерованими комутаторами та маршрутизаторами від виробника TP-LINK

Мережевий комутатор (англ. network switch) або **світч** (від англ. switch – «перемикач») – пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного сегмента.

Мережевий комутатор TP-Link TL-SF1005D має такі характеристики (рис. 3.1).

Характеристики Комутатор мережевий TP-Link TL-SF1005D

Тип	некерований
Форм-фактор	настільний
Кількість портів	5
Порти	Fast Ethernet
Вимоги PoE	без PoE
Середовище передачі даних	100BASE-TX: неекранована вита пара категорії 5, 10BASE-T: неекранована вита пара категорій 3, 4, 5
Метод передачі	Store-and-Forward (зберігання і передача)
Можливість віддаленого управління	некерований
Комутаційна здатність	н.д.
Розмір таблиці MAC-адрес	4 Кб

Рис. 3.1. Характеристики мережевого комутатора TP-Link TL-SF1005D

TP-Link TL-SF1005D – комутатор для високошвидкісних мереж Ethernet, який обладнаний 5 портами 10/100Мбіт/с з автоматичним узгодженням швидкості (під конектор RJ45) (рис. 3.2). Усі порти підтримують функцію Auto MDI/MDIX, що виключає необхідність використання кабелів з парами, що перехрещуються.

Комутатор побудований на базі стандарту Plug and-Play і кожен порт можна використовувати як в якості порту основного призначення, так і в якості порту, що каскадує. Завдяки цьому для початку роботи пристрій досить безпосередньо підключити до сервера, хабу або комутатора за допомогою прямого або кросового кабелю.

TL-SF1005D від компанії TP-LINK є економічним, простим у використанні, високопродуктивним рішенням для модернізації мережі та переходу на рівень 100Мбіт/с без додаткових витрат і налаштувань. Цей пристрій надає усі швидкісні переваги повнодуплексного режиму передачі даних, а завдяки продуктивності, яка відповідає середовищу передачі даних, пакети передаватимуться на тих же швидкостях, на яких обробляються мережею.

Комутатор Fast Ethernet TP-Link TL-SF1008D призначений для використання вдома або в невеликому офісі, а також у робочих групах. Всі 8 портів підтримують технологію авто-MDI/MDIX, тому усувається проблема використання прямого або кросового кабелю.

Завдяки інноваційній енергозберігаючої технології комутатор TL-SF1008D дозволить зберегти до 70% споживаної електроенергії, а 80% пакувального матеріалу може бути використано вдруге. Тому комутатор є екологічно безпечним рішенням для мережі.

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Стандарти та протоколи	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x CSMA/CD
Інтерфейс	8 портів 10/100 Мбіт/с з автоузгодженням, з роз'ємами RJ45 (авто-MDI/MDIX)
Кількість вентиляторів	Без вентилятора
Живлення	Зовнішній адаптер живлення (вихід: 5.0VDC / 0.6A)
Енергоспоживання	Максимум: 2.2 Вт (220 В/50 Гц)
Зовнішнє джерело живлення	Зовнішній адаптер живлення (вихід: 5.0 VDC/0.6 A)
Розмір буферу	768Кб
Швидкість передачі даних	10/100 Мбіт/с в напівдуплексному режимі; 20/200 Мбіт/с в повнодуплексному режимі
Світлодіодні індикатори	Power, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Розмір (Ш x Д x В)	140 x 87 x 27,5 мм
Максимальне споживання енергії	2.05Вт(220V/50Гц)
Максимальне тепловіддача	6.99БТИ/ч

Рис. 3.2. Характеристики мережевого комутатора TP-Link TL-SF1008D

Мережевий комутатор TL-WR841N забезпечує бездротовий зв’язок з швидкістю 300 Мбіт/с, яка відповідає вимогам додатків, чутливих до переривання (перегляд HD відео та ін.) (рис. 3.3.). Гостьова мережа надає окремий доступ до мережі для гостей і одночасно забезпечує захист основної домашньої мережі. Комутатор сумісний з IPv6 (інтернет-протокол версії 6).

Кнопка WPS забезпечує швидке налаштування захищеного бездротового з'єднання натисненням кнопки; підтримується протокол IGMP Proxy / Snooping, Bridge і Tag VLAN для оптимізації передачі потокового IPTV. Виконується контроль пропускної здатності для вибраних пристроїв.

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
Процесор	Одноядерний процесор
Ethernet порты	1× 10/100 Мбіт/с WAN порт 4× 10/100 Мбіт/с LAN порти
Buttons	Кнопка Reset
Power	9 В = 0.6 А

БЕЗДРОТОВА МЕРЕЖА	
Standards	**Wi-Fi 4** IEEE 802.11n/b/g 2.4 ГГц
WiFi Speeds	**N300** 2.4 ГГц: 300 Мбіт/с (802.11n)
WiFi Range	**2 кімнатна квартира** 2× Нез'ємні антени
WiFi Capacity	**Попереднє покоління (застаріле)**
Working Modes	Режим маршрутизатора Режим точки доступу Режим Wi-Fi підсилювача Режим WISP

ЗАХИСТ	
WiFi Encryption	WEP WPA WPA2 WPA/WPA2-Enterprise (802.1x)
Network Security	SPI Брандмауер Контроль доступу Прив'язка IP та MAC Шлюз Прикладного рівня
Guest Network	1× 2.4 ГГц Гостьова мережа
VPN Server	OpenVPN PPTP

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
Протоколи	IPv4 IPv6
Parental Controls	URL фільтр Контроль часу
WAN Types	Динамічна IP Статична IP PPPoE PPTP L2TP
Quality of Service	QoS на пристрої
NAT Forwarding	Віртуальний сервер Переадресація порту Автовідкриття порту DMZ UPnP
IPTV	IGMP Proxy IGMP Snooping
DHCP	Резервація адрес Список клієнтів DHCP Сервер

Рис. 3.3. Характеристики мережевого комутатора TL-W

Бездротовий маршрутизатор TL-WR941N 450 Мбіт/с серії N має такі характеристики (рис. 3.4). Маршрутизатор оснащений трьома антенами з підтримкою технології 3x3 MIMO і дозволяє встановити бездротове з'єднання зі швидкістю і дальністю сигналу, збільшеними відповідно в 18 разів і в 6 разів порівняно зі звичайними пристроями на базі стандарту 11g. Особливості даного пристрою дозволяють зменшити коефіцієнт втрати сигналу при передачі його на далекі відстані і через перешкоди при використанні в малих офісах і багатокімнатних квартирах (навіть за наявності бетонних стін). Крім цього, за допомогою даної моделі можна налаштувати бездротове з'єднання на великій відстані там, де безсилі звичайні пристрої на базі стандарту 11g.

Сертифікат	CE, FCC, RoHS
Упаковка містить	TL-WR941ND 3 знімні антени Адаптер живлення Кабель Ethernet Інструкція
Системні вимоги	Microsoft Windows 98SE, NT, 2000, XP, Vista ™ або Windows 7 UNIX або Linux
Довкілля	Робоча температура: 0 ℃ ~ 40 ℃ (32 ℉ ~ 104 ℉) Температура зберігання: -40 ℃ ~ 70 ℃ (-40 ℉ ~ 158 ℉) Вологість (робочий режим): 10% ~ 90% без конденсації Вологість (при зберіганні): 5% ~ 90% без конденсації

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Інтерфейс	4 порти LAN 10/100 Мбіт/с 1 порт WAN 10/100 Мбіт/с
Кнопки	Кнопка WPS/Reset Кнопка включення/виключення бездротового мовлення Кнопка включення/виключення живлення
Зовнішнє джерело живлення	12В/1.0А
Стандарти бездротової передачі даних	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Розмір (Ш x Д x В)	200 x 140 x 28 мм
Антена	3 x 5 дБі знімні всенаправлені антени (RP-SMA)

ПАРАМЕТРИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Частота	2.4-2.4835 ГГц
Рівень сигналу	11n: до 450 Мбіт/с (динамічна) 11g: до 54 Мбіт/с (динамічна) 11b: до 11 Мбіт/с (динамічна)
Чутливість прийому	270M: -68 дБм при 10% PER 130M: -68 дБм при 10% PER 108M: -68 дБм при 10% PER 54M: -68 дБм при 10% PER 11M: -85 дБм при 8% PER 6M: -88 дБм при 10% PER 1M: -90 дБм при 8% PER
EIRP (Потужність бездротового сигналу)	<20 дБм або <100 мВ
Режими роботи	
Функції бездротової мережі	Включення/виключення бездротового мовлення, міст WDS, підключення
Захист бездротової мережі	64/128-bit WEP, WPA / WPA2,WPA-PSK / WPA2-PSK

Рис. 3.4. Характеристики бездротового маршрутизатора TL-WR941N

3.2. Налаштування PPPoE з’єднання на маршрутизаторі TP-LINK 841N

PPPoE (англ. Point-to-point protocol over Ethernet) – мережний протокол передачі кадрів PPP через Ethernet. В основному використовується XDSL-сервісами. Надає додаткові можливості (автентифікація, стиснення, шифрування).

PPPoE – тунельний протокол, який дозволяє налаштовувати (або інкапсулювати) IP (або інші протоколи), які нашаровуються на PPP, через з'єднання Ethernet, але з програмними можливостями PPP-з'єднань. Тому протокол використовується для віртуальних «дзвінків» на сусідню Ethernet-машину і встановлює з'єднання точка-точка, яке використовується для транспортування IP-пакетів, що працює з можливостями PPP. Вхід на маршрутизатор виконується через браузер (рис. 3.5).

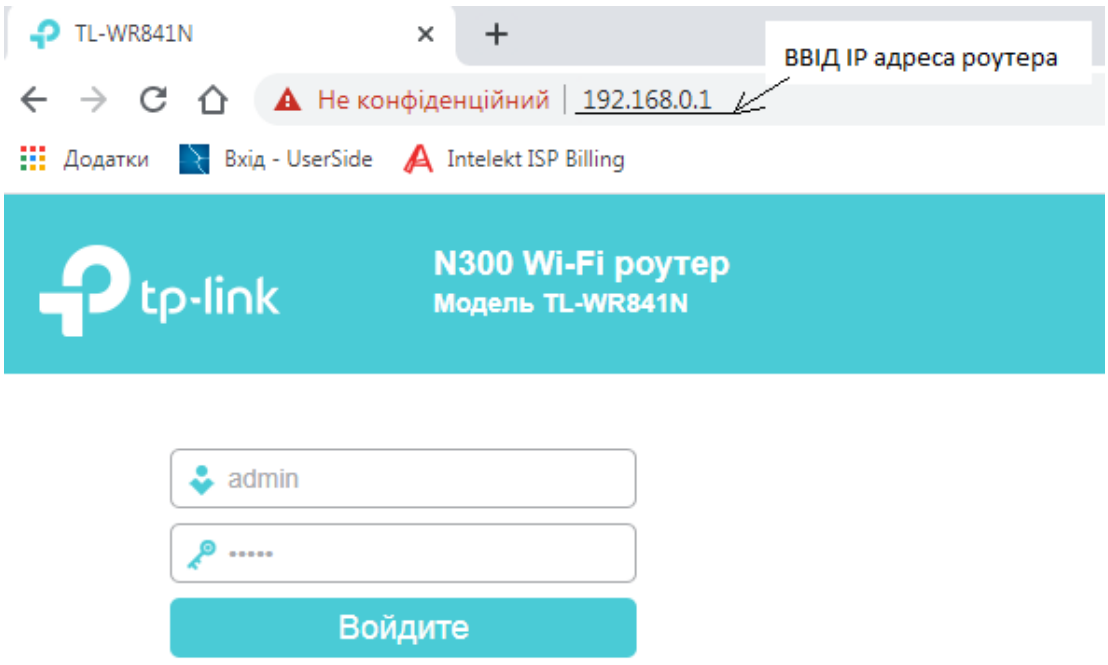

Рис. 3.5. Вхід на маршрутизатор через браузер:

Замість IP – адреси можна вводити текстовий варіант: **tplinkwifi.net** або **tplinklogin.net** (рис. 3.6).

Рис. 3.6. Параметри доступу до маршрутизатора

Далі виконується введення облікових даних (надає провайдер) (рис. 3.7).

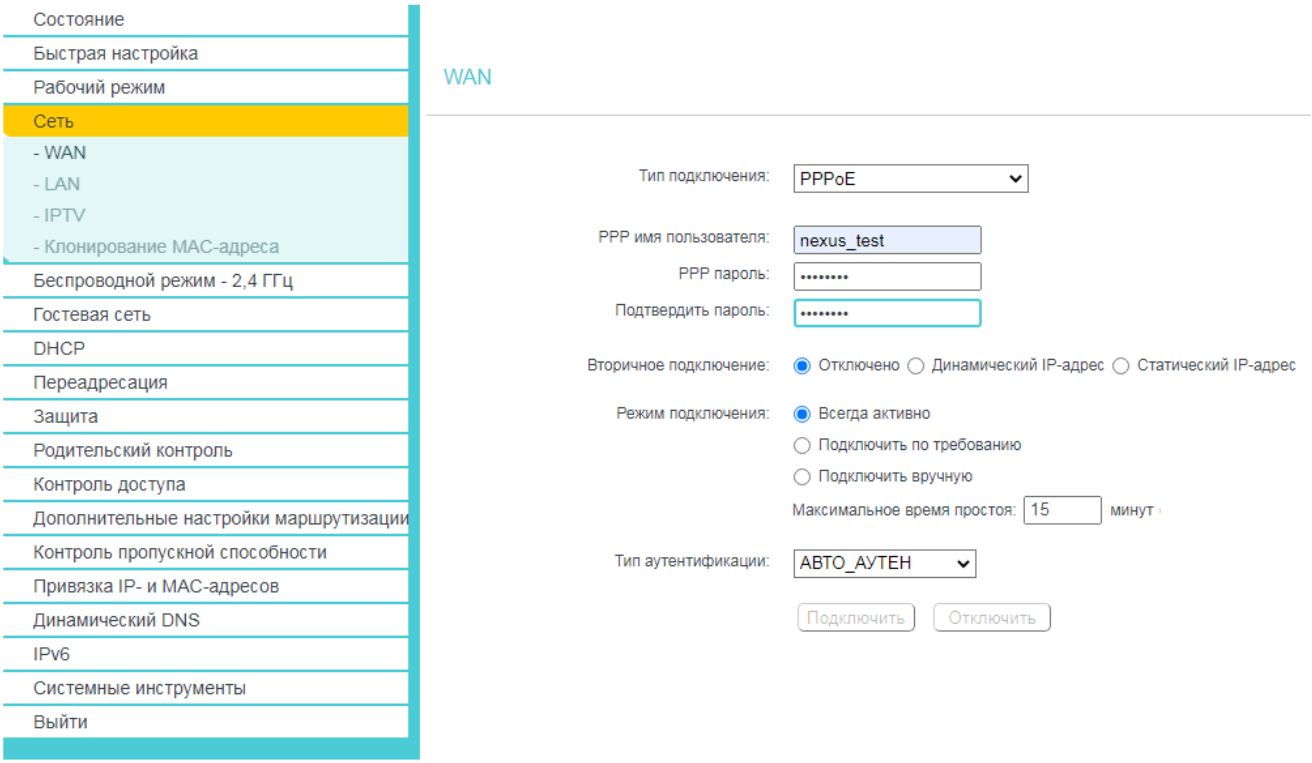

Рис. 3.7. Введення облікових даних

Після роботи з кожним пунктом обов’язково потрібно зберегти конфігурацію кнопкою «Зберегти».

Налаштування безпровідної мережі (WIFI) полягає в наступному (рис. 3.8).

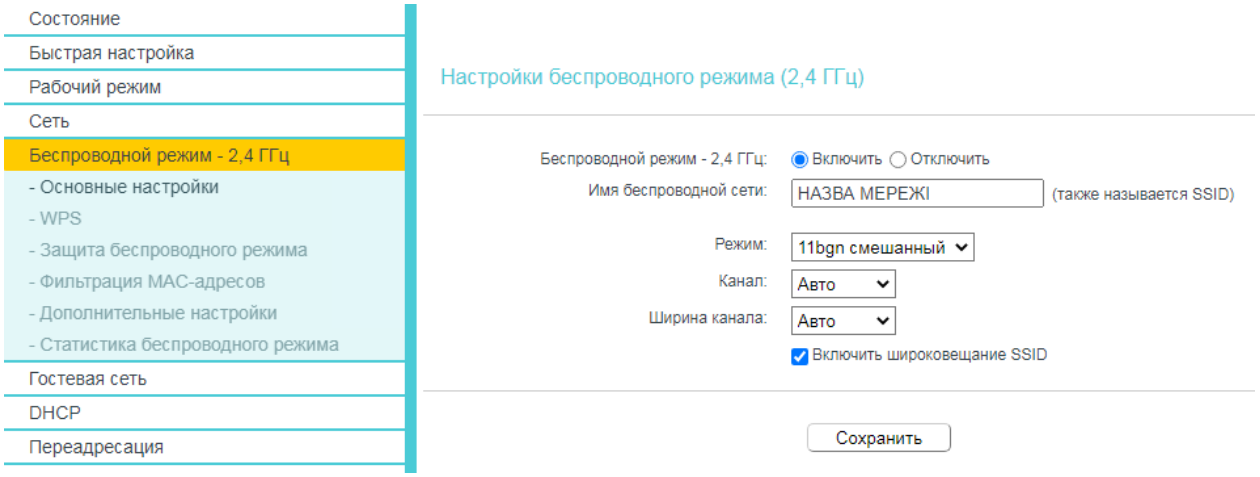

Рис. 3.8. Налаштування безпровідної мережі

Після цього виконується встановлення персонального паролю WIFI (рис.3.9):

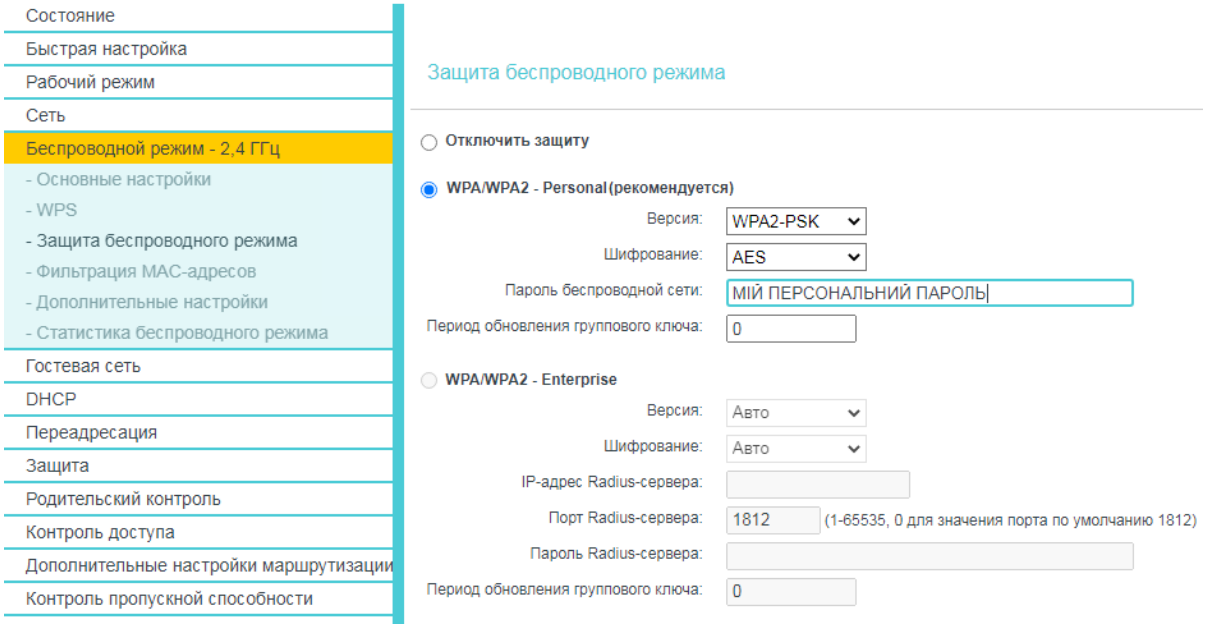

Рис. 3.9. Встановлення персонального паролю WIFI

Використано WPA/ WPA2 (англ. Wi-Fi Protected Access) – один з протоколів безпеки для захисту бездротових мереж. Створений для заміни застарілого протоколу WEP. Заснований на TKIP (англ. Temporary Key Integrity Protocol – протокол тимчасової цілісності ключів), який ефективно бореться з проблемою, що лежить в основі вразливості WEP, – повторного використання ключів шифрування.

В основному діалоговому вікні «СОСТОЯНИЕ» перевіряється стан підключення (рис. 3.10):

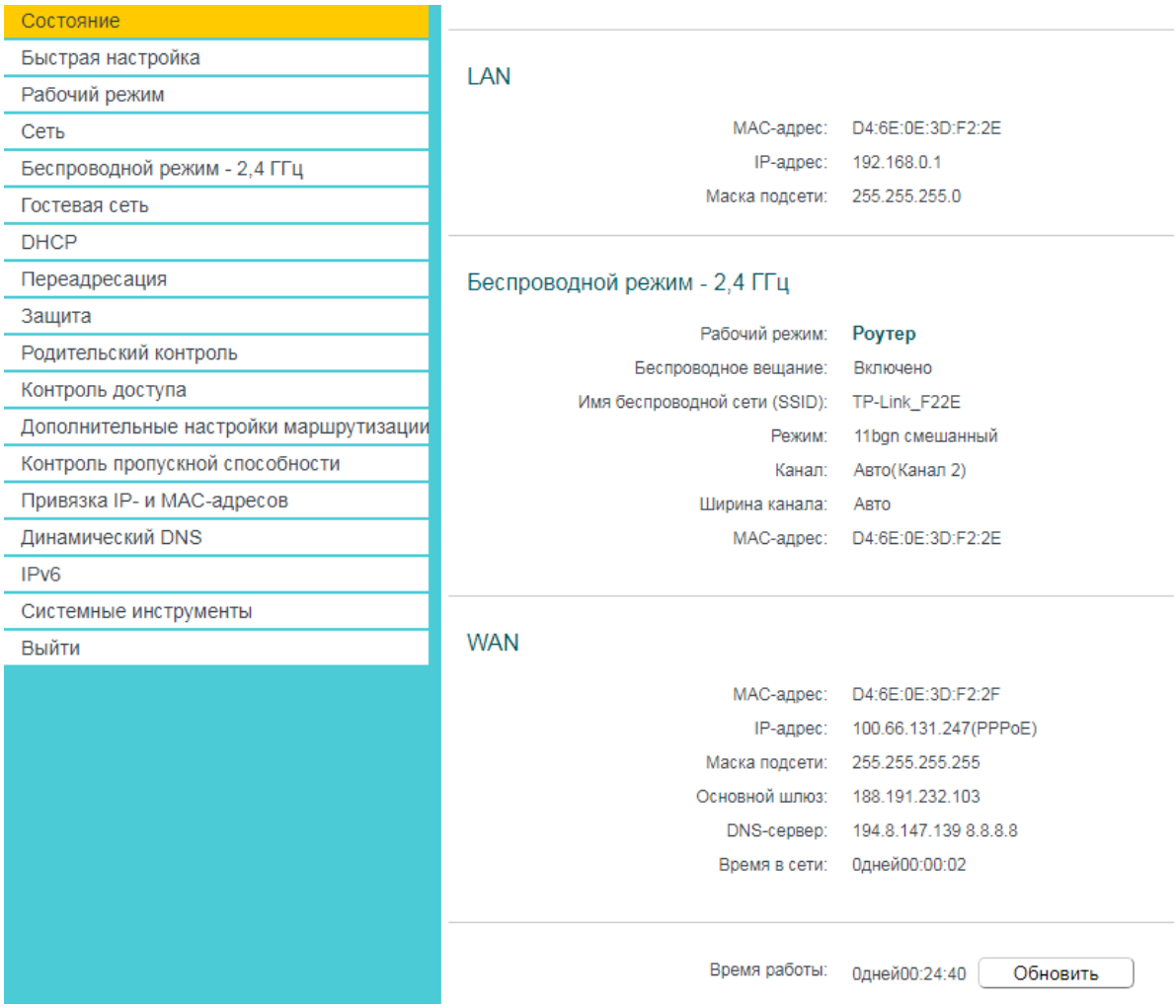

Рис. 3.10. Стан підкоючення

Командою PING перевіряється наявність зв’язку з Інтернетом (рис. 3.11):

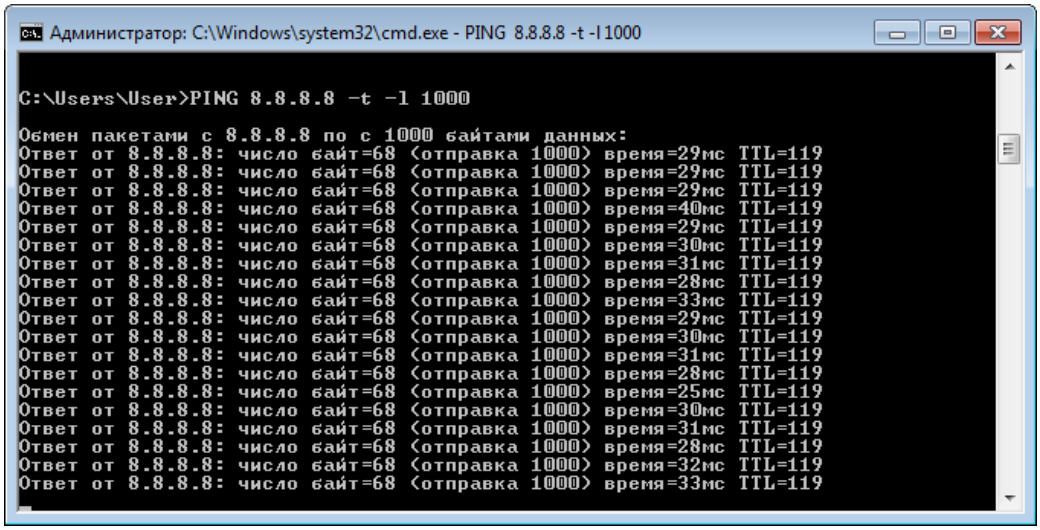

Рис. 3.11. Перевірка зв’язку з Інтернетом

3.3. Підключення за технологією «ВИТА ПАРА»

Вита пара (англ. twisted pair) – вид мережевого кабелю, з однією або декількома парами ізольованих провідників, скручених між собою (з невеликою кількістю витків на одиницю довжини) для зменшення взаємних наведень при передачі сигналу і покритих пластиковою оболонкою (рис. 3.12). Використовується для побудови мереж у багатьох технологіях, наприклад, Ethernet, ARCNet і Token ring. Останнім часом, завдяки своїй дешевизні й легкості установки, є найпоширенішим для побудови локальних мереж.

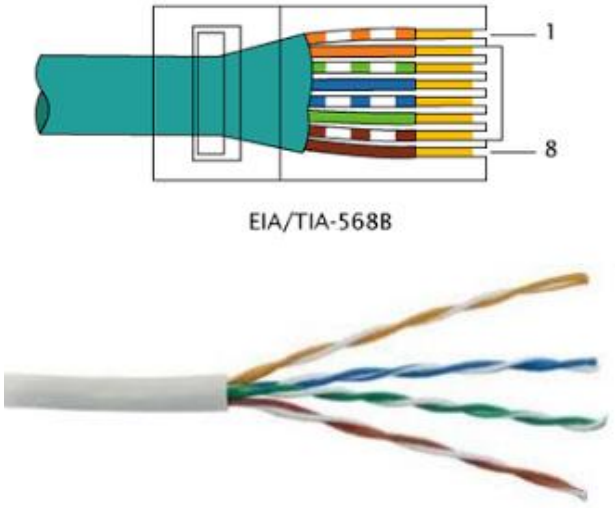

Рис. 3.12. Виті пари

Кабель приєднується до мережевих пристроїв за допомогою з'єднувача 8P8C. Підтримує передачу даних на відстань біля 100 метрів. На більших відстанях сигнал через загасання не розпізнається; якщо передача даних на більшу відстань все ж таки необхідна, потрібно скористатися повторювачем, або ж задіяти коаксіальний кабель.

Для під’єднання конекторів RJ-45 використовуються інструменти для обжиму кабеля «вита пара» (рис. 3.13).

Рис. 3.13. Інструмент для обжиму кабеля «вита пара»

3.4. Підключення по технології FTTH

FTTH (fiber to the home) – оптичне волокно до житла (рис. 3.14). В оселі встановлюється термінал (медіаконевертер), а від терміналу кабель до комп'ютера. Дане визначення виключає ті архітектури мережі, в яких оптичне волокно закінчується до досягнення житлових приміщень або офісного простору і лінія продовжується іншої фізичної середовищем, ніж оптичної.

Однозначно на користь рішень FTTH виступали експерти компанії Motorola. Вони порівнюють тривалість життєвого циклу інвестицій в будь-яку технологію доступу і корельований зростання вимог до пропускної здатності каналів доступу. Проведений аналіз показує, що якщо технічні рішення, які закладаються в основу сегмента доступу мережі в 2005-2008 роках, виявляться нездатними забезпечити швидкість 100 Мбіт / с в 2013 – 2015 роках, то моральне старіння обладнання відбудеться до закінчення інвестиційного циклу. Оператор повинен обов'язково враховувати ці дані, інакше він ризикує виявитися уразливим перед особою конкурентів у міру прагнення користувачів до отримання послуг все більш високого класу.

Експерти компанії Alcatel-Lucent перераховують наступні переваги архітектури FTTH: з усіх варіантів FTTx вона забезпечує найбільшу смугу пропускання; це повністю стандартизований і найбільш перспективний варіант; рішення FTTH забезпечують масове обслуговування абонентів на відстані до 20 км від вузла зв'язку; вони дозволяють істотно скоротити

експлуатаційні витрати – за рахунок зменшення площі технічних приміщень (необхідних для розміщення обладнання), зниження енергоспоживання і власне витрат на технічну підтримку.

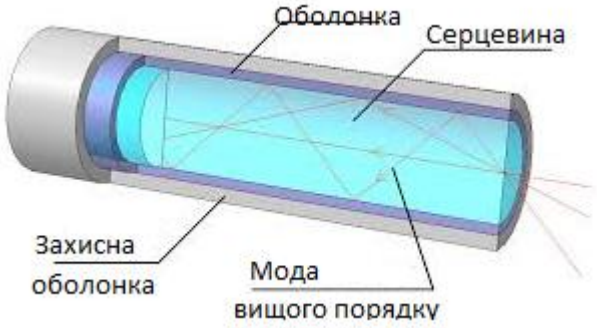

Рис. 3.14. Оптичне волокно

Для організації зв’язку потрібно мінімум 2 медіаконвертера – 1310 та 1550 (рис. 3.15).

Рис. 3.15. Медіаконвертери 1310 та 1550

Медіаконвертери з’єднуються між собою оптичним пачкордом SC-SC (рис. 3.16).

Рис. 3.16. Конектори для оптичного волокна

Практична схема підключення така (рис. 3.17, рис. 3.18):

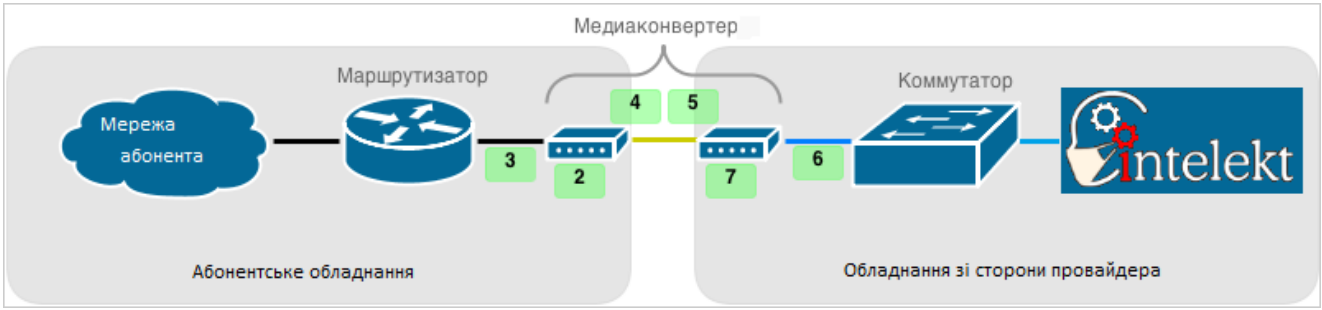

Рис. 3.17. Схема підключення : 1 - Комутатор, термінуючий фізичні підключення абонентів, 2 - Медіаконвертер, пристрій що перетворює середовище поширення сигналу з одного типу в інший (оптичний сигнал/ електричний), 3 - Маршрутизатор, мережевий пристрій, що дозволяє об'єднати кілька розрізнених мереж в одну. У разі, якщо у є більше одного комп'ютера, і потрібно щоб на всіх цих пристроях був доступ в інтернет, маршрутизатор об'єднає такі пристрої.

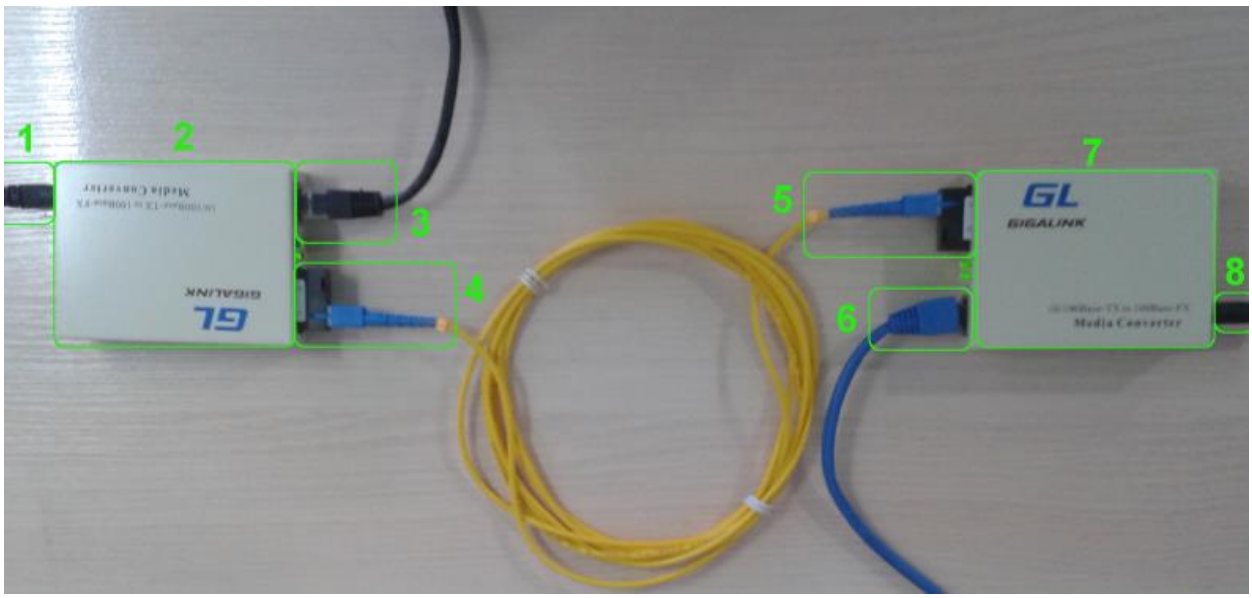

Рис. 3.18. Під’єднання медіаконвертера: 2 - медіаконвертер встановлений на стороні абонента, 7 , медіаконвертер встановлений на стороні ПРОВАЙДЕРА (Інтелект), 4 і 5 , це порти на медіаконвертерах для підключення оптоволоконного кабелю, 3 , вита пара, підключається до активного обладнання (маршрутизатор, комп'ютер, сервер і тд.) На стороні абонента 6 , вита пара, підключення до комутатора ПРОВАЙДЕРА (Інтелект). 1 і 8 , кабель живлення медіаконвертерів.

Стан медіаконвертора визначається індикацією (рис. 3.19 – рис. 3.21):

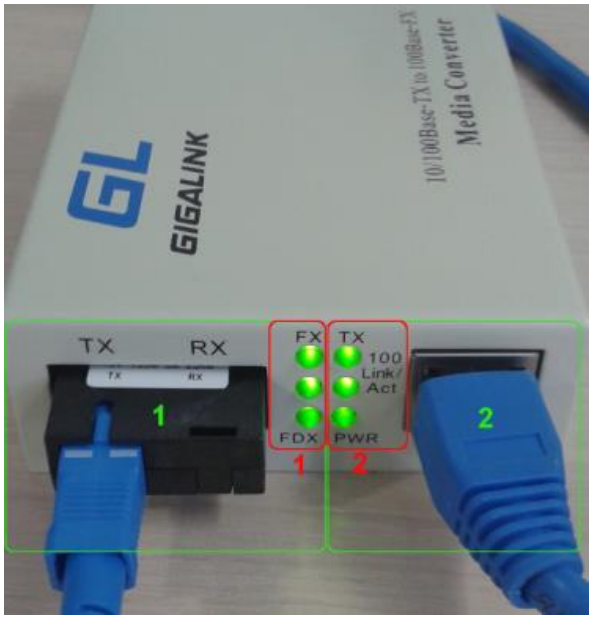

Рис. 3.19. Індикація в медіаконверторі

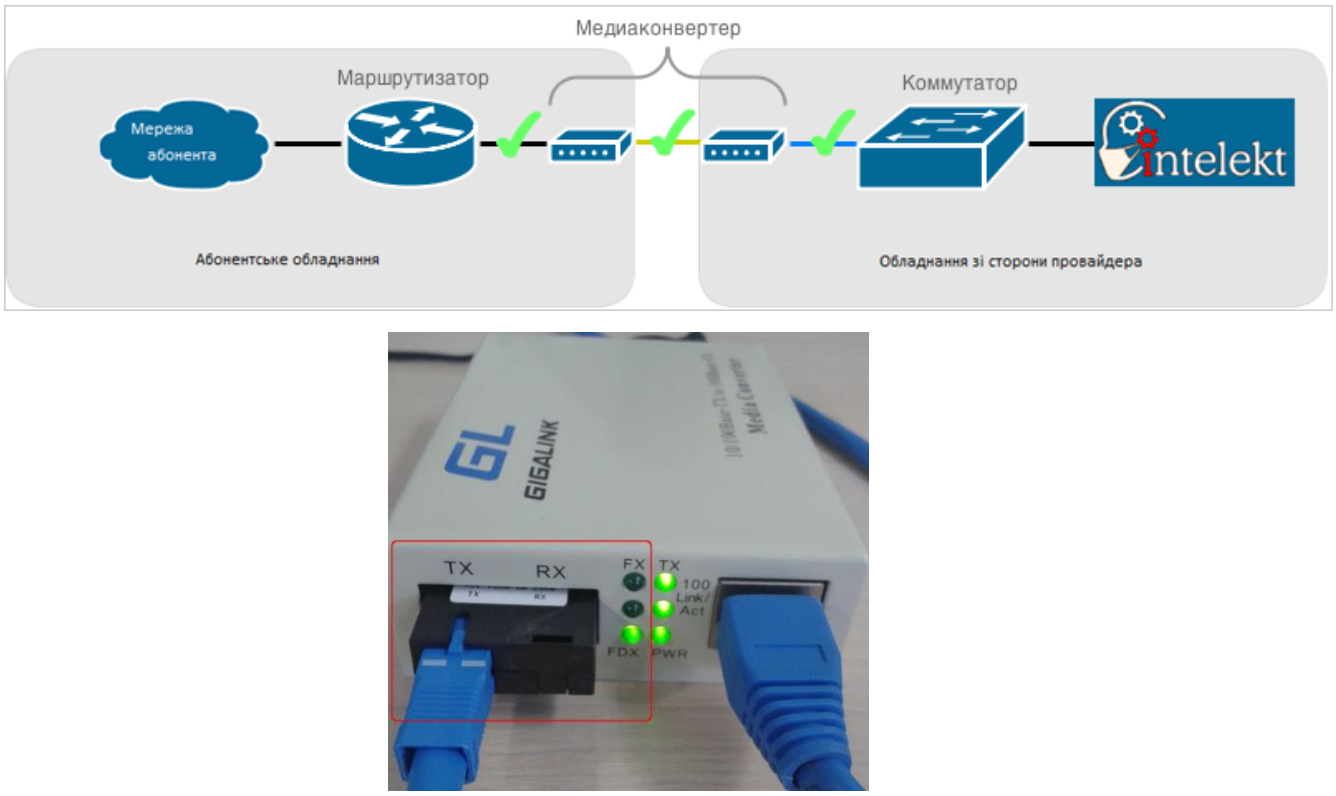

Рис. 3.20. Стан медіаконвертера (Немає сигналу по оптоволокну)

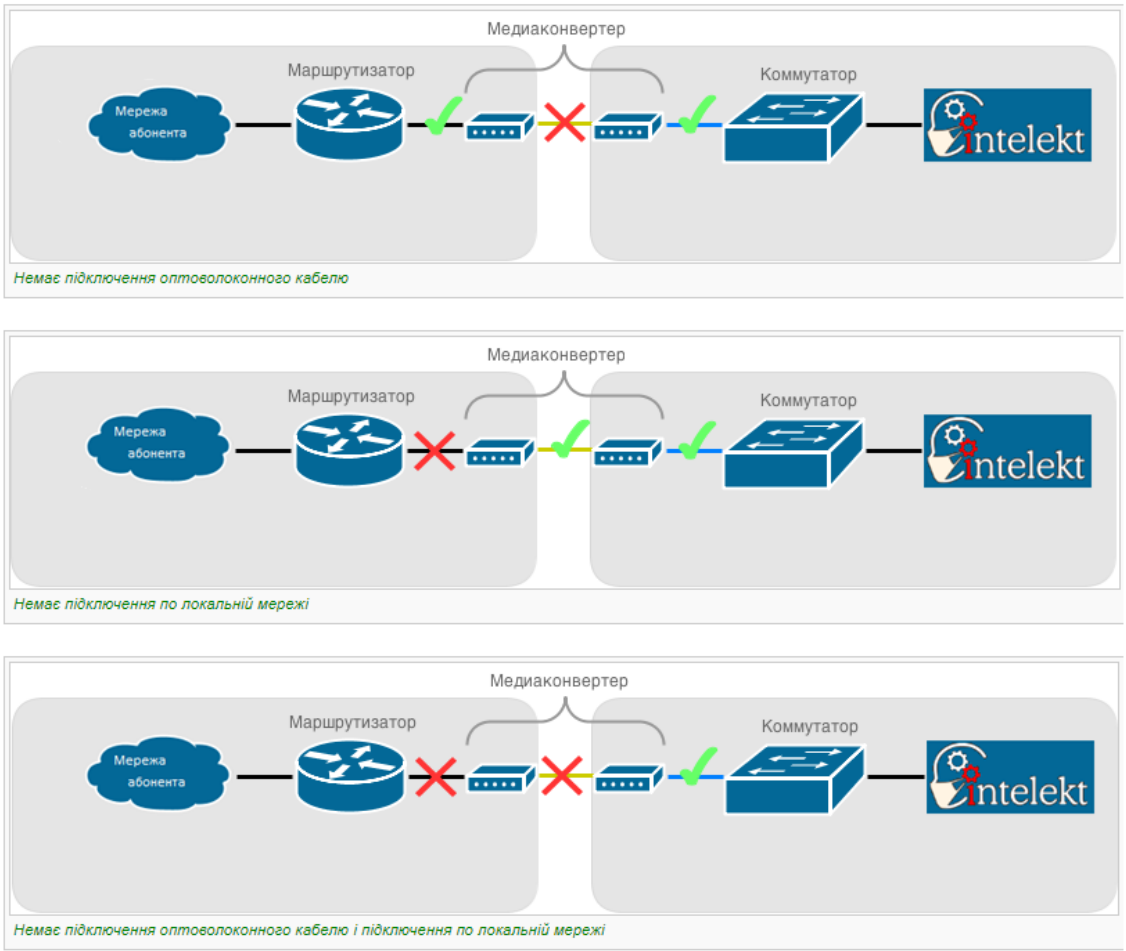

Рис. 3.21. Стани медіаконвертера

3.5. Підключення по технології PON

PON (англ. Passive optical network) – технологія пасивних оптичних мереж, заснована на деревоподібній волоконно-кабельній архітектурі з пасивними оптичними розгалужувачами на вузлах (рис. 3.22). Зазвичай є досить економічним способом забезпечення широкосмугової передачі інформації.

Основна ідея архітектури PON – використання лише одного модуля в OLT (optical line terminal) для передачі інформації множині абонентських пристроїв ONT (optical network terminal в термінології ITU-T), які називаються ONU (optical network unit в термінології IEEE) і прийому інформації від них. ONU – пристрій, що перетворює середовище передачі даних з оптично волоконного кабелю до витої пари. Використовується в технології пасивної оптичної мережі PON. На відміну від медіаконвертора ONU підключається до PON «голови» або OLT, а медіаконвертор підключається в парі, для двонаправленної передачі даних.

Число абонентських вузлів, підключених до одного модуля OLT, може бути настільки великим, наскільки дозволяє бюджет потужності і максимальна швидкість апаратури. Для передачі потоку інформації від OLT до ONT — прямого (низхідного) потоку, як правило, використовується довжина хвилі 1490 нм. Навпаки, потоки даних від різних абонентських вузлів у центральний вузол спільно утворюють зворотний (висхідний) потік, передаються на довжині хвилі 1310 нм. В OLT та ONT вбудовані мультиплексори WDM розділяють вихідні й вхідні потоки.

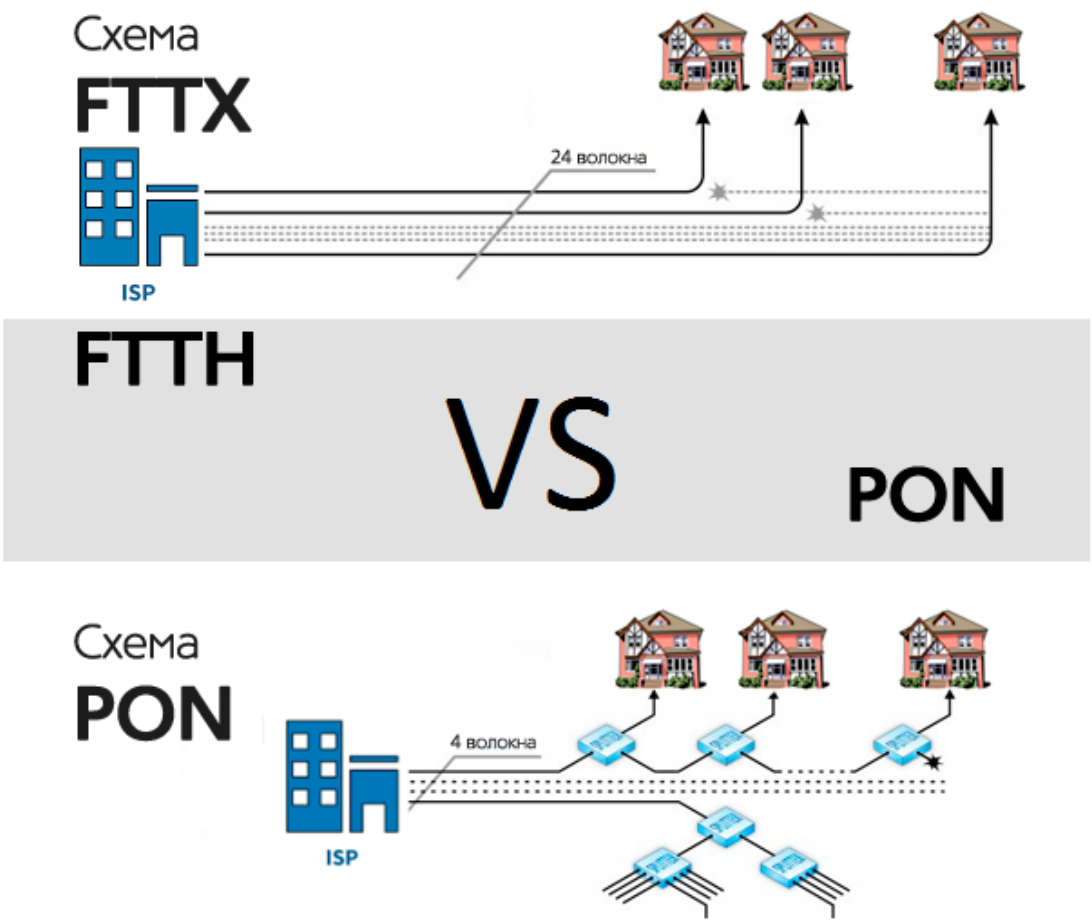

Рис. 3.22. Підключення по технології PON

Технології PON (GePON – 64 абонента на порт EPON – 128 абонентів на порт) має ряд переваг (рис. 3.23).

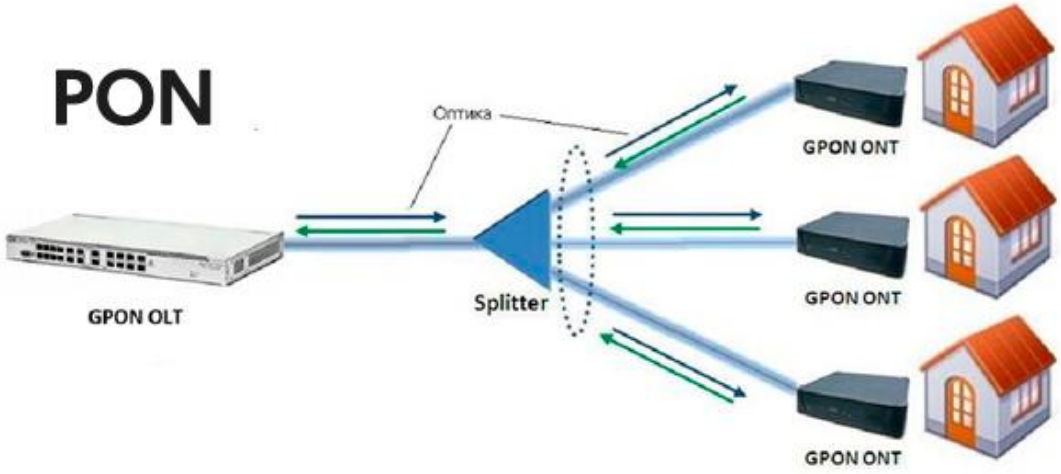

Рис. 3.23. Використання технології PON

ВИСНОВКИ

У результаті виконання проектно-технологічної практики отримано такі результати: я навчився налаштовувати маршрутизатор TP-Link-841, налаштовувати PPPoE з’єднання; безпровідну WIFI мережі, освоїв інструмент для обжиму мідних пачкордів. За період практики ознайомився з різними методами підключення абонентів до глобальної мережі ІНТЕРНЕТ.

Можу з впевненістю сказати, що керівники моєї виробничої практики є висококваліфікованими спеціалістами в своїй галузі, а тому під час проходження практики я перебував в середовищі, яке створило всі сприятливі умови для виконання поставлених завдань.

На мою думку, виробнича практика дисциплінує, дає можливість відчути себе спеціалістом своєї професії і відчути всі аспекти обраної професії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. CCNAv7: Вступ до мереж (ITN). URL: https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-introduction-networks
2. CCNAv7: Основи комутації, маршрутизації та бездротових мереж (SRWE). URL: https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-switching-routing-wireless-essentials
3. CCNAv7: Побудова, безпека і автоматизація корпоративних мереж (ENSA). URL: https://www.netacad.com/courses/networking/ccna-enterprise-networking-security-automation.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М. , Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга.1. Навчальний посібник для технічних спеціальностей ВНЗ (рекомендовано МОН України). Магнолія 2006, 2021. 256 с.
5. Микитишин А.Г., Митник М.М. , Стухляк П.Д., Пасічник В.В. Комп'ютерні мережі. Книга.2. Навчальний посібник для технічних спеціальностей ВНЗ (рекомендовано МОН України). Магнолія 2006, 2021. 328 с.
6. Todd Lammle Understanding Cisco Networking Technologies, Volume 1. Sybex, 2019. 400 p.
7. Cisco Networking Academy Switching, Routing, and Wireless Essentials Companion Guide (CCNAv7). Cisco Press, 2020. 525 p.