

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА»**

**ЦИКЛОВА КОМІСІЯ ТЕХНІЧНОГО
НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ (ВИПУСКОВА)**

З В І Т

про проходження практики у

Відокремленому структурному підрозділі

«Фаховий коледж Національного університету кораблебудування

ім. адмірала Макарова»

(назва установи, де студент проходить практику)

ВИД ПРАКТИКИ: навчальна електромонтажна

Виконавець:

студента II курсу, 255 групи

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

Керівник практики:

викладач, Синявін Олександр Миколайович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА»

Курс **II** Група **255**

Спеціальність **123 Комп'ютерна інженерія**

ЩОДЕННИК ПРАКТИКИ

Студент(ка) _____

Вид практики: навчальна електромонтажна

Циклова комісія: циклова комісія технічного напрямку підготовки

Освітньо-професійний ступінь: фаховий молодший бакалавр

Галузь знань: 12 Інформаційні технології

з 03.02.2025 р. до 14.02.2025 р.

Керівник практики ВСП «Фаховий коледж
НУК імені адмірала Макарова»

« _____ » _____ 2025 р. _____

№ п/п	Короткий зміст роботи, що виконується	Термін проходження практики (Дата)	Підпис керівника практики від підприємства про виконання
1 тиждень			
1	Установочні збори. Правила техніки безпеки.	03.02.25	
	Освітлення на робочому місці, вимоги, стандарти.		
2	Загальні відомості про монтажні дроти, кабелі.	04.02.25	
	Загальні відомості про припої, флюси, паяльники.		
3	Друковані плати — види та визначення.	05.02.25	
	Електричні компоненти, інтегральні схеми, мікросхеми, мікромодулі.		
4	Локальна мережа. Типи локальних мереж та їх призначення	06.02.25	
	Топологія локальних мереж. Типи обладнання для локальної мережі.		
5	Вита пара — види та принципи роботи.	07.02.25	
	Обтиск витої пари. Схеми, типи, інструменти, кримпери RJ45.		
2 тиждень			
6	Тестери для витої пари. Види та принципи роботи.	10.02.25	
	Виконання індивідуального завдання.		
7	Коаксіальний та оптоволоконний кабелі. Види та класифікація.	11.02.25	
	Виконання індивідуального завдання.		
8	Обладнання для роботи з оптоволоконном. SFP модулі, медіаконвертер.	12.02.25	
	Виконання індивідуального завдання.		
9	Різновиди PON. Мережеві протоколи, мережева карта.	13.02.25	
	Виконання індивідуального завдання.		
10	Виконання індивідуального завдання	14.02.25	
	Оформлення та захист звітів з практики.		

Керівник практики _____
(підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Виробнича практика – це обов’язкова складова частина освітнього процесу. Практика сприяє підвищенню професійних навичок. Моя навчальна електромонтажна практика буде тривати з 03.02.25 по 14.02.25. Метою цієї практики є вивчення основних правил безпеки, правильна організація робочого місця, вивчення основ роботи з електронними компонентами, вивчення основ електромонтажу, вивчення структури локальних мереж, вивчення видів та класифікацій виті пари, коаксіальних кабелів, оптоволоконних кабелів, вивчення різних мережевих протоколів, а також їх призначення. Особливістю практики індивідуальне завдання, яке полягає у створенні власного патч-корду.

Розділ 1

Інструктажі з техніки безпеки, пожежна безпека

Інструктажі з техніки безпеки є невід'ємною частиною для запобігання нещасних випадків на підприємстві або на робочому місці.

Інструктажі поділяються на:

- Вступний — цей інструктаж повинен проводитися при прийомі на роботу;
- Первинний — проводиться безпосередньо на робочому місці;
- Повторний — Проводиться на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників для оновлення знань;
- Позаплановий інструктаж — проводиться після аварій, зміні в технологічному процесі, модернізації устаткування, приладів;
- Цільовий інструктаж — проводиться при ліквідації аварій або перед виконанням дуже небезпечних робіт;

Пожежна безпека — це стан захищеності особистості, власності, суспільства та держави від пожеж. Також до пожежної безпеки можна віднести забезпечення безпечної евакуації людей та різні заходи, які спрямовані на запобігання пожеж.

Щоб запобігти виникненню пожеж треба:

- Дотримуватись правил експлуатації електроприладів;
- Контролювати справність електропроводки;
- Не палити на робочому місці та в непристосованому для цього приміщенні;
- Зберігати легкозаймисті матеріали подалі під потенційних джерел вогню;
- Обов'язково мати засоби пожежогасіння;

Освітлення робочого місця. Вимоги, стандарти

Освітлення на робочому місці має відповідати певним вимогам та стандартам для забезпечення комфортної та безпечної праці.

Основні вимоги і стандарти до освітлення:

- Рівень освітленості — вимоги до рівня освітленості встановленні в Державних будівельних нормах України (ДБН). Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 «Організація робочих місць», мінімальна освітленість в офісі повинна бути не менше ніж 300 лк. Однак при деяких видах праці, наприклад при роботі з схемами, деталями механізмів або при виконанні високоточних робіт рекомендується забезпечити рівень освітленості 750 – 1000 лк;
- Види освітлення — освітлення поділяється на штучне, природне та комбіноване;
- Рівномірність — освітлення не повинно мати різких перепадів яскравості;
- Кольорова температура — впливає на здоров'я та ефективність роботи. За ДБН оптимальна температура світла знаходиться в межах від 4000 до 5000 К;

Моє робоче місце



Моє робоче місце має природне та штучне джерела світлу та достатньо мінімалістичний вигляд. В цілому, воно функціонально та без зайвих речей, що позитивно пливає на продуктивність.

Розділ 2

Загальні відомості про монтажні та намотувальні дроти

Монтажні та намотувальні дроти є важливими елементами в електротехніці. Вони використовуються для з'єднання електронних компонентів, створення проводки в електричних пристроях, комунікації сигнальних ліній, виготовлення котушок індуктивності та інших пристроїв.

Зазвичай **монтажні** дроти виготовляються з міді або алюмінію та мають ізоляцію з таких матеріалів як: ПВХ, скловолокно, поліетилен, тефлон.

Намотувальні дроти призначені для виготовлення, обмотки в індуктивних елементах, трансформаторах, електромагнітів, тощо. Виготовляються з міді або алюмінію. **На відміну від монтажних дротів мають емальовану ізоляцію.**

- **До основних характеристик дротів належать:** матеріал, тип ізоляції, переріз, питомий опір.

Загальні відомості про джгути, кроси, кабелі

Джгути — це групи проводів або кабелів, які об'єднанні разом для зручності монтажу та захисту. Вони використовуються для спрощення електричної системи, підвищення надійності, захисту проводів від корозії та механічних впливів, скорочення часу монтажу.

Кросування — це процес організації комутаційних кабельних з'єднань у спеціально відведеному для цього приміщенні або просторі. Використовується в телекомунікаціях.

Кабель — це поєднання одного та більше ізольованих дротів та захисної оболонки.

- **Основні види кабелів це:** інформаційні, силові, коаксіальні, оптоволоконні

Припої, флюси, паяльники. Виконання з'єднань засобами пайки

Припій — це метал чи сплав металів, що використовується для з'єднання електронних компонентів.

Флюс — це хімічна речовина, що додається до розплавленого металу для видалення його окислів і сторонніх шлаків. Під час паяння флюс запобігає окисненню. Найпопулярнішим видом флюсу для паяння є **каніфоль**.

Паяльник — це ручний інструмент призначений для лудіння та спаювання деталей. Для паяння потрібно використовувати припій. Існують різні види паяльників, наприклад контактні та безконтактні.

- **За методом нагріву існують такі паяльники:** непрямого нагріву, безперервного нагріву, форсованого нагріву, імпульсного нагріву, терморегульовані.

Виконання з'єднань засобами пайки відбувається в такі етапи:

1. Попередня підготовка деталей, очищення поверхні від окислів та забруднень;
2. Нагрівання паяльника до оптимальної робочої температури;
3. Нанесення припою на нагріту точку з'єднання;
4. Кристалізація рідкої форми припою;

Друковані плати — види, визначення

Друкована плата — це пластина, виконана з діелектрика на якій або всередині якої сформовано хоча б один шар з провідними доріжками.

За видами друковані плати поділяються на:

- Односторонні — провідники розміщені тільки з одного боку;
- Двосторонні — провідники розміщені з двох сторін;
- Багатошарові — складаються з кількох шарів провідників;

Резистори, конденсатори, котушки індуктивності та трансформатори

Резистор — це пасивний елемент електричного кола, призначений для збільшення опору кола. За **типом** резистори бувають **постійні** (мають заданий опір, Мал 1.1) та **змінні** (дозволяють регулювати опір, Мал 1.2).

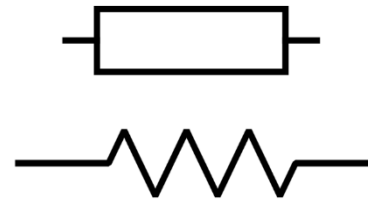
- До основних характеристик резистора належать **Опір**(Ом) та **Потужність**(Вт).



Мал 1.1



Мал 1.2



Резистор на схемі

Конденсатор — це система з двох або більше електродів, які розділені діелектриком. Така система здатна накопичувати енергію. Конденсатор є пасивним елементом і застосовується для блокування постійного струму, згладжування сигналів, накопичення енергії, а також, в інших задачах.

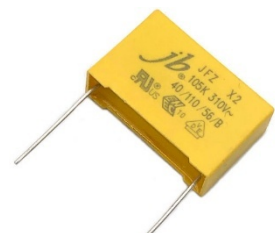
- **Основні види конденсаторів це:** електролітичні (Мал 2.1), керамічні (Мал 2.2), плівкові (Мал 2.3), танталові (Мал 2.4).
- До основних характеристик конденсатора належать **Ємність**(Ф), **Номінальна напруга**(В), **Полярність**, **Температурний коефіцієнт ємності**(для електролітичних).



Мал 2.1



Мал 2.2



Мал 2.3



Мал 2.4



Конденсатори на схемі

Котушка індуктивності (**Дросель**, Мал 3.4) — це елемент електричного кола, що являє собою сукупність витків, призначених для використання його індуктивності. Котушки використовуються для зберігання енергії у вигляді магнітного поля, створення магнітного поля, а також як фільтрувальний елемент змінного струму. Для збільшення індуктивності в котушку можна додати **феритове осердя**.

- Основні характеристики котушок індуктивності — це **Індуктивність** (Гн) та **Реактивний опір** (Ом).



Мал 3.4



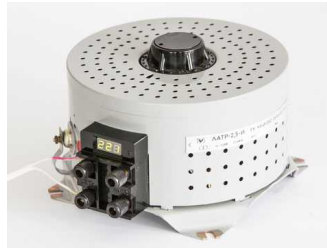
Дросель на схемі

Трансформатор — це статичний електромагнітний пристрій, що має дві або більше індуктивно зв'язані обмотки. Призначений для перетворення однієї або кількох систем напруг змінного струму в одну або декілька інших систем напруг змінного струму без зміни частоти.

- **Основні види трансформаторів:** силовий (Мал 4.1), автотрансформатор (Мал 4.2), імпульсний (Мал 4.3), узгоджувальний (Мал 4.4);
- Основні характеристики трансформаторів — це **Коефіцієнт трансформації**, **Номинальна потужність** (Вт), **Активний опір** (Ом), **Реактивний опір** (Ом).



Мал 4.1



Мал 4.2



Мал 4.3



Мал 4.4



Трансформатори на схемі

Інтегральні схеми, мікросхеми, мікромодулі

Інтегральна схема(ІС) — напівпровідниковий електронний пристрій, який являє собою набір електронних схем на одній суцільній пластині з напівпровідникового матеріалу, зазвичай кремнію. Інтегральні схеми поділяються на:

- **Аналогові** — використовуються у фільтрах, операційних підсилювачах, компараторах, генерації аналогових сигналів, аналогових помножувачах, для стабілізації джерел живлення, тощо;
- **Цифрові** — використовуються у логічних елементах, мікроконтролерах, процесорах, шифратори та дешифратори, тригери, лічильники та ще багато в яких елементах;
- **Аналогово – цифрові** — використовуються у радіомодемах, трансиверах, цифрових обчислювальних синтезаторах(ЦОС), комутаторах, приймачах, тощо;

Мікросхема — це компактна версія інтегральної схеми, яка включає в себе певний набір функцій для виконання конкретного завдання.

У порівнянні з ІС мікросхеми є більш компактними та надійними, оскільки мають менше компонентів та з'єднань.

Мікромодуль — це мініатюрний модуль з ущільненою упаковкою радіодеталей.

До особливостей мікромодулів можна віднести:

- **Інтегрованість** — це дозволяє зменшити складність плати та забезпечити зручні рішення для певних завдань;
- **Простота монтажу** — зазвичай мікромодулі мають стандартизовані роз'єми та контакти для швидкого з'єднання;
- **Функціональна завершеність** — мікромодулі є функціонально завершеними пристроями, які можуть виконувати певні функції;

Розділ 3

Локальна мережа. Види локальних мереж та їх призначення

Локальна мережа(Local Area Network) — це об'єднання певного числа комп'ютерів або пристроїв, що розташовані в межах обмеженої території. До основних видів локальних мереж належать:

- Проводова мережа(LAN) — для з'єднання використовуються фізичні кабелі, наприклад **вита пара** або **оптоволокно**;
- Бездротова мережа(WLAN) — для з'єднання використовує радіохвилі (**Wi-Fi**);
- Віртуальна локальна мережа(VLAN) — дозволяє розділяти одну фізичну мережу на кілька ізольованих сегментів;

Основне призначення локальної мережі — це забезпечення спільного доступу ресурсів, організація внутрішньої комунікації та обмін даними між пристроями.

Топологія локальних мереж

Топологія комп'ютерної мережі відображає структуру зв'язків між її основними функціональними елементами, взаєморозташування комп'ютерів в мережі один до одного та спосіб їх з'єднання лініями зв'язку.

Основні типи топології (Мал 2.1):

- **Зіркова** — у зірковій топології всі пристрої підключені до центрального вузла, яким може бути комутатором або концентратором. Ця топологія забезпечує легку ідентифікацію проблем та просте додавання нових пристроїв. Недоліком цієї топології є залежність від

центрального вузла, що створювати одну точку витоку. Кожен пристрій має окрему точку для підключення до центрального вузла;

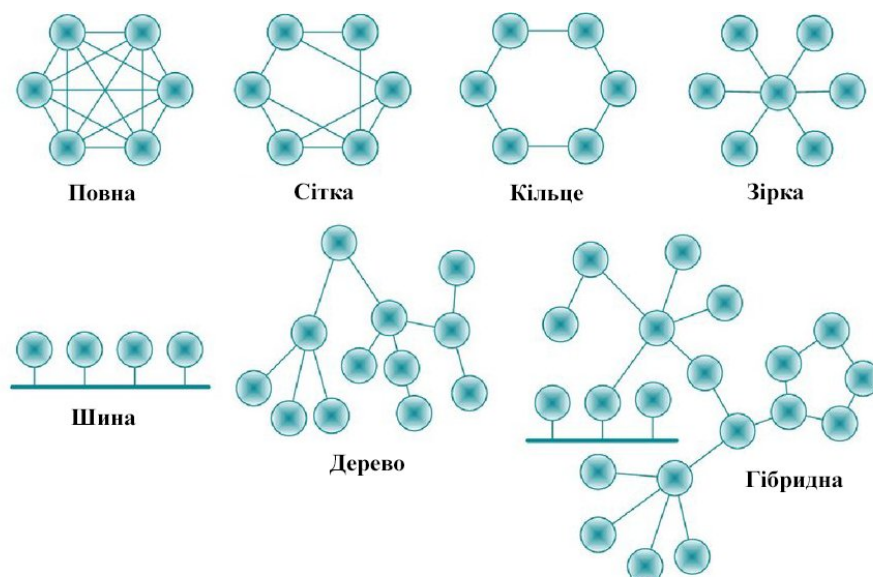
➤ **Шина** — в цій топології всі підключені до одного спільного кабелю. Хоча ця топологія є простою, але несправність кабелю може вплинути на роботу всієї мережі, а пропускна здатність може бути не самою кращою;

➤ **Кільцева** — у кільцевій топології пристрої з'єднані в послідовному порядку, утворюючи кільце та передаючи дані по колу. Недоліком даної топології є вразливість до поломок окремого ланцюга;

➤ **Деревовидна** — у деревовидній топології пристрої організовані у вигляді дерева з багатьма рівнями. Центральний вузол підключений до кількох вузлів на нижньому рівні, а ті, в свою чергу, підключені до наступних рівнів. Ця топологія дозволяє легко розширювати мережу та забезпечує певну надійність, але має вразливість до відмови центрального вузла;

➤ **Сітка** — у сітковій топології кожен пристрій підключений до іншого в мережі. Це забезпечує найбільшу надійність та швидкість передачі даних, а також високий рівень відмовостійкості, але вимагає великої кількості портів та кабелів.

➤ **Гібридна** — ця топологія поєднує різні типи топологій, наприклад, кільце і зірку або шину і зірку. Завдяки цьому забезпечується оптимальне поєднання переваг різних топологій.



Мал 2.1

Типи обладнання в локальній мережі

1. **Точка доступу (Access Point)** — це центральний пристрій бездротової мережі, який використовують для з'єднання між бездротовими клієнтами, а також для з'єднання дротового і бездротового сегментів (виконує функції **моста** між ними). Найчастіше бездротові точки доступу використовуються для надання доступу мобільним пристроям до стаціонарної локальної мережі.

2. **Маршрутизатор (Router)** — електронний пристрій, що використовується для поєднання двох або більше мереж і керує процесом маршрутизації. Часто маршрутизатор не обмежується простим пересиланням даних між інтерфейсами, а також виконує й інші функції, наприклад: захищає **локальну мережу** від зовнішніх загроз, обмежує доступ користувачів **локальної мережі** до ресурсів інтернету, роздає **IP-адреси**, шифрує трафік, тощо.

3. **Мережевий комутатор (Switch)** — пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного сегмента. На відміну від концентратора, який поширює трафік від одного під'єданого пристрою до всіх інших, комутатор передає дані тільки безпосередньому отримувачу. Завдяки цьому забезпечується ефективна передача даних між пристроями і підвищується безпека мережі.

- **Існує три основних способи комутації:**

- Із проміжним зберіганням (Store and Forward);
- Наскрізний (cut-through);
- Безфрагментний (fragment-free) або гібридний;

4. **Модем** — пристрій зв'язку для перетворення сигналу за допомогою процесів модуляції та протилежного йому демодуляції. Дозволяє здійснювати передачу цифрових сигналів по аналоговим лініям. Сучасні модеми також можуть виконувати функції **маршрутизаторів**.

5. **Адаптер бездротової мережі (Wi-Fi адаптер)** — це прилад, який забезпечує можливість підключити бездротовий зв'язок до пристрою. Може бути **вбудованим** або **зовнішнім**.

6. **Репітер (Підсилювач сигналу)** — це мережеве обладнання для підсилювання сигналу. Призначений для збільшення відстані мережного з'єднання шляхом повторення електричного сигналу. Використовується в радіозв'язку, стільникового зв'язку та у комп'ютерних мережах.

7. **Міст (Bridge)** — пристрій для зв'язку LAN. Дозволяє станціям будь-якої з мереж звертатись до ресурсів іншої мережі. Використовується

також для збільшення довжини ліній зв'язку або кількості вузлів мережі або об'єднання двох різних мереж в одну. Бувають **бездротові** та **дротові** мости.

8. **Брандмауер (Firewall)** — узагальнювальна назва фізичних пристроїв чи програмних застосунків, сконфігурованих, щоб допускати, відмовляти, шифрувати, пропускати мережевий трафік між областями різної безпеки мережі згідно з бажаним набором правил безпеки.

Основні типи Фаєрволів:

➤ Фаєрвол мережевого рівня — контролює лише дані службової інформації пакетів мережевого і транспортного рівнів **моделі OSI**;

➤ Фаєрвол прикладного рівня або **проксі-сервер(сервер – посередник)** — Фаєрволи прикладного рівня встановлюють певний фізичний поділ між локальною мережею і Internet, тому вони відповідають найвищим вимогам безпеки, але зменшують продуктивність мережі;

➤ Фаєрвол рівня з'єднання — як і Фаєрвол прикладного рівня виступає **сервером-посередником**. Відмінність полягає в тому, що фаєрволи прикладного рівня вимагають спеціального програмного забезпечення для кожної мережевої служби на зразок FTP або HTTP. Натомість, фаєрволи рівня з'єднання обслуговують велику кількість протоколів;

9. **IoT – Шлюз (Internet of Things Gateway)** — це ключовий пристрій для побудови Інтернету речей (**IoT**), що забезпечує обробку, підключення, фільтрацію та безпеку даних. IoT – шлюзи виконують **деякі важливі функції, а саме:**

➤ Протокольна конверсія — конвертує різні протоколи зв'язку у формат зрозумілий для серверів;

➤ Збір і фільтрація даних;

➤ Безпека та шифрування;

➤ Керування підключенням IoT – пристроїв;

Кручена (вита) пара. Види, принцип роботи

Вита пара — вид кабелю зв'язку. Представляє собою одну або декілька пар ізольованих привідників, скручених між собою та покритих пластиковою оболонкою. **Провідники звивають з метою збільшення степені зв'язку та досягнення однакової довжини кожного провідника одної пари, а також зменшення електромагнітних завад від зовнішніх джерел.** Для зниження степені зв'язку **окремих пар** кабелю провода пари звиваються з різним кроком. Вита пара повсюдно **використовується** в телекомунікаціях і комп'ютерних мережах та є самим розповсюдженим варіантом для **проводних локальних мереж**. Згідно з міжнародним стандартом ISO/IEC 11801 для позначення типу витої пари використовують наступні літери та їх комбінації:

- U (Unshielded) — неекранована;
- S (Shielded) — металева оплетка (загальний екран);
- F (Foiled) — металізована стрічка (алюмінієва фольга);

В результаті найпоширенішими видами стали такі типи витих пар:

- Неекранований кабель (U/UTP) — екранування відсутнє;
- Індивідуальний екран (U/FTP) — екранування фольгою кожних окремих пар;
- Загальний екран (F/UTP, S/UTP, SF/UTP) — загальний екран з фольги, обплетення, або фольги з опліткою;
- Індивідуальний і загальний екран (F/FTP, S/FTP, SF/FTP) — індивідуальні екрани з фольги для кожної витої пари та загальний екран з фольги, обплетення, або фольги з опліткою;

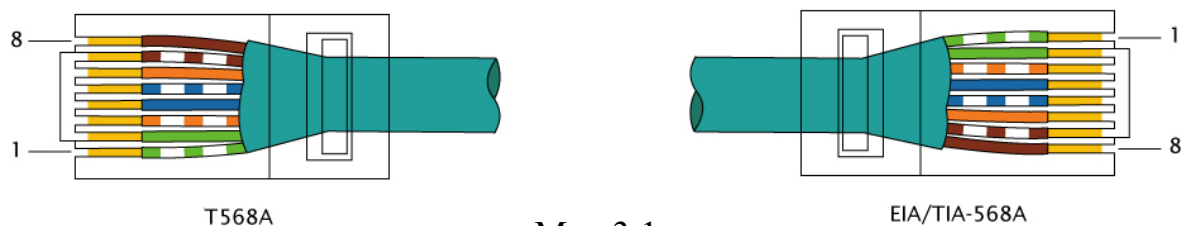
Обтиск витої пари. Схема, типи, інструменти. Кримпери RJ45

Існує 2 варіанти обтиску **RJ45** на кабелі:

- Для створення **прямого** кабелю — для з'єднання порту мережевої карти з маршрутизатором або комутатором;
- Для створення **перехресного** кабелю — цей кабель має інвертовану розводку для контактів роз'єму для з'єднання двох мережевих карт на пряму;

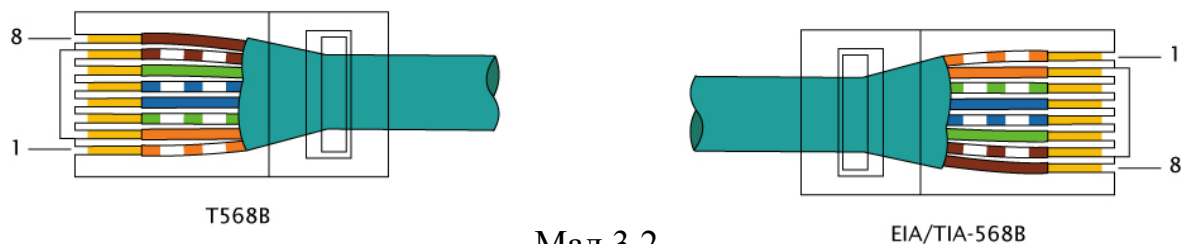
Найпоширенішими **стандартами** для обтиску є T568A і T568B (більш поширений);

Схема обтиску по стандарту **T568A** для **прямого кабелю** (Мал 3.1):



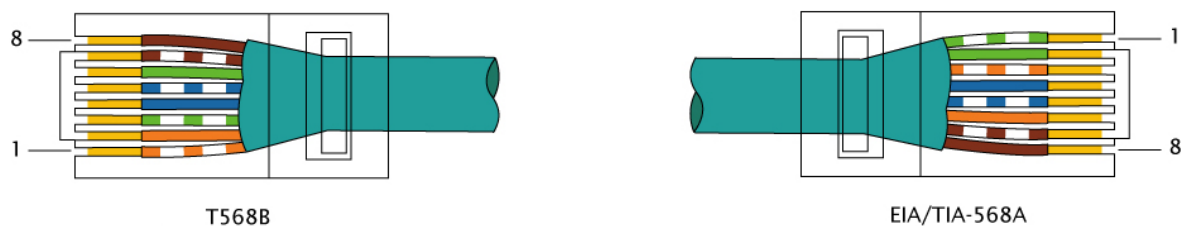
Мал 3.1

Схема обтиску по стандарту **T568B** для **прямого кабелю** (Мал 3.2):



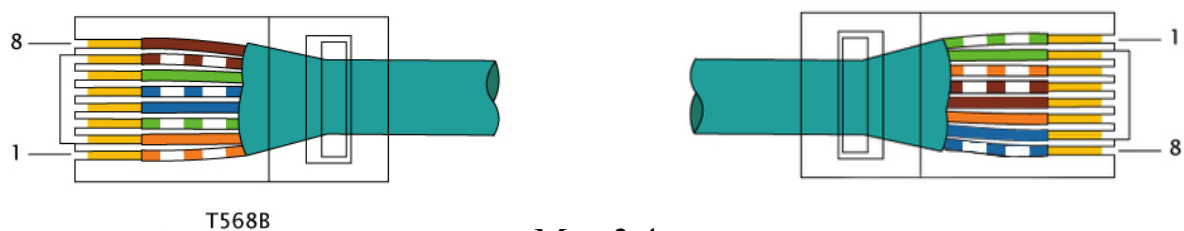
Мал 3.2

Схема обтиску **перехресного кабелю** для швидкості до **100 Мбіт/с** (Мал 3.3):



Мал 3.3

Схема обтиску **перехресного кабелю** для швидкості до **1000 Мбіт/с** (Мал 1.4):



Мал 3.4

Для обтиску виті пари використовується **Кримпер** (обтискні кліщі, Мал 4.1), а для знімання ізоляції **Стрипер** (Мал 4.2)



Мал 4.1



Мал 4.2

Тестери для виті пари. Види, принцип роботи

Тестери для виті пари потрібні для визначення цілісності провідників, правильності монтажу та для виявлення можливих пошкоджень.

Основні види тестерів це:

- **Простий тестер** (Мал 5.1) — перевіряє коректність обтиску та наявність пошкоджень;
- **TDR тестер** (Мал 5.2) — перевіряє коректність обтиску, наявність пошкоджень, визначає відстань до обриву кабелю, вимірює довжину кабелю, вимірює відстань до КЗ, перевірка PoE (передача електроенергії за допомогою **виті пари**);
- **Тестер з вимірюванням довжини кабелю по ємності** (Мал 5.3) — перевіряє коректність обтиску, наявність пошкоджень, визначає відстань до обриву кабелю, вимірює довжину кабелю;

Принцип роботи різних тестерів практично однаковий — тестер почергово подає напругу на кожну жилу і відстежує, чи з'являється напруга на відповідному контакті іншого кінця. Але на додачу до простого тестера, TDR тестер посилає електричний імпульс та вимірює час його повернення.



Мал 5.1



Мал 5.2



Мал 5.3

Коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель — це електричний кабель, який складається з центрального провідника і екрану, які розташованих співвісно і розділених ізоляційним матеріалом або повітряним проміжком. Цей тип кабелю застосовується для передачі височастотних сигналів в лініях далекого зв'язку, в антенно-фідерних системах, радіоелектронної і телевізійної апаратури, системах відеоспостереження, між блоками радіотехнічної апаратури тощо.

Існує декілька типів коаксіального кабелю:

- RG-6 — призначений для високих частот, але може застосовуватися для ширококугової передачі;
- RG-11 — Застосовується для передачі цифрового й аналогового сигналу. Механічні, температурні та електричні характеристики дозволяють використовувати цей коаксіальний кабель в кабельних трасах з несприятливими умовами експлуатації. **Основна перевага цього кабелю** — це низький рівень згасання сигналу по кабелю;
- RG-59 — для ширококугової передачі, для передачі сигналу в системах відеоспостереження;

Оптоволоконний кабель. Види та класифікація

Оптоволоконний кабель — це конструкція з одного або кількох ізольованих один від одного оптичних волокон (оптоволокно), укладених в оболонку. **Використовує світлові імпульси замість електричних для передачі сигналу.** Оптичне волокно складається з серцевини, оптичної оболонки, захисного покриття, буферного покриття (необов'язково).

Класифікація оптоволоконних кабелів:

- За матеріалом волокна:
 - GOF – кабель (скло);
 - POF – кабель (пластик);
- За місцем монтажу:
 - Для зовнішнього монтажу;
 - Для внутрішнього монтажу;
- За кількістю мод:
 - Одномодовий (SM);
 - Багатомодовий (MM);

Обладнання для роботи з оптоволоконним кабелем. SFP модулі. Медіаконвертер

SFP (Small Form-factor Pluggable) — промисловий стандарт модульних компактних приймачів, використовуваних для передачі даних в телекомунікаціях. Модулі SFP використовуються для приєднання плати мережевого пристрою (комутатора, маршрутизатора або подібного пристрою) до оптоволокна або крученої пари, виступають у ролі мережевого кабелю.

Медіаконвертер — це пристрій, що перетворює середовище поширення сигналу з одного типу в інший, наприклад електричний сигнал (**Ethernet**) в світловий (**оптоволоконний**).

Термінал. Зварювальні апарати. Тестери. Конектори LC, SC, FC, ST

Оптичний Термінал — це активний пристрій, який використовується в оптоволоконних мережах на стороні користувача, для підключення до оптоволоконної мережі.

Зварювальний апарат оптичних волокон – це високотехнологічний пристрій, за допомогою якого під впливом високих температур здійснюється з'єднання кінців оптоволоконних провідників між собою.

Сучасні зварювальні апарати для оптичних волокон поділяються на: зварювальні апарати з вирівнюванням по серцевині, зварювальні апарати з зафіксованими V – образними канавками, зварювальні апарати з активними V – образними канавками, зварювальні апарати для стрічково-оптичного волокна.

Тестери оптоволокна дозволяють виконувати вимірювання внесених втрат в оптичному волокні, виявляти несправності в оптоволоконному кабелі переплутані волокна, сильні вигини, пошкодження оптичного волокна і визначати точні місця поломки. На малюнку 6.1 зображені приклади тестерів.



Мал 6.1

SC конектор (Мал 7.1) — використовується в медіаконвертерах, оптичних SFP, GBIC, XENPAK трансиверах, мережевому обладнанні, розподільчих панелях (ODF), мережах кабельного телебачення. Перетин корпусу має прямокутну форму.

ST конектор (Мал 7.2) — здебільшого використовують у вимірювальних приладах, деякому спеціалізованому обладнанні, а також досить популярний на мережах залізниць. Перевагою конектора є поворотний механізм замка.

LC конектор (Мал 7.3) — використовується в оптичних приймально-передавальних пристроях (SFP трансиверах), деякому мережевому обладнанні, а також у розподільних панелях, де потрібна висока щільність оптичних портів.

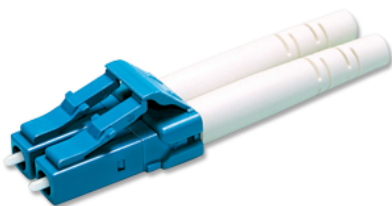
FC Конектор (Мал 7.4) — поширений тип оптичного конектора на телекомунікаційних мережах, мережах кабельного телебачення, спеціалізованих системах. Також використовується у вимірювальній техніці. Перевагою конектора є різьбове з'єднання, яке забезпечує гарне з'єднання.



Мал 7.1



Мал 7.2



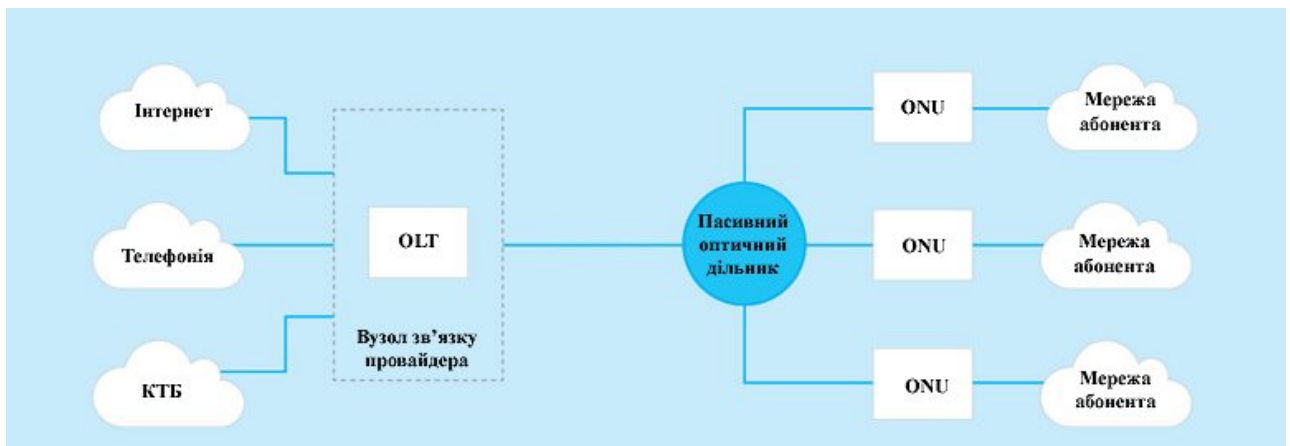
Мал 7.3



Мал 7.4

Різновиди PON: порівняння, принцип роботи, популярність та їх вплив на сьогодення України

PON (Passive Optical Network) — це перспективна технологія пасивних оптичних мереж, заснована на деревоподібній волоконно-кабельній архітектурі з пасивними оптичними розгалужувачами на вузлах. **Принцип дії PON (Мал 8.1)** полягає у тому, що між центральним вузлом і віддаленими абонентськими вузлами створюється пасивна оптична мережа, що має топологію дерева. У проміжних вузлах розміщуються пасивні оптичні розгалужувачі.



Мал 8.1

У мережі PON використовуються такі типи обладнання:

- **OLT (Optical Line Terminal)** — оптичний лінійний термінал. Головне мережеве обладнання у **PON** мережі. Завдяки цьому терміналу відбувається передача даних від провайдера до абонента та навпаки;
- **ONU (Optical Network Unit)** — абонентське обладнання для **GPON**, завдяки якому до одного оптичного терміналу (**OLT**), можна під'єднати 256 абонентів. **Перетворює оптичний сигнал в Ethernet;**
- Розгалужувачі (Спліттери);
- **Модуль SFP;**

Існує декілька основних різновидів PON:

- **GPON (Gigabit PON)**
- **GEAPON (Gigabit Ethernet PON)**
- **XG-PON (10-Gigabit PON)**
- **NG-PON 2 (New Gen PON)**

Порівняльна таблиця різних технологій PON

Технологія	Висхідний потік	Низхідний потік	Макс. відстань
GPON	1,25 Гбіт/с	2,5 Гбіт/с	До 20 км
GEPON	1 Гбіт/с	1 Гбіт/с	До 20 км
XG-PON	2,5 Гбіт/с	10 Гбіт/с	До 40 км
NG-PON	10 Гбіт/с	40 Гбіт/с	До 40 км

Таблиця 1.1

В Україні **PON** активно впроваджується різними провайдерами. Особливо у великих містах технологія **GPON** практично витіснила мідний Ethernet. Так наприклад оператор «Київстар» в березні 2024 року за технологією **GPON** під'єднав 7 міст України.

Мережеві протоколи. Мережева карта

Мережевий протокол — це набір правил, завдяки яким здійснюється процес інформаційного обміну між комп'ютерами, підключеними до інтернету.

Існує декілька рівнів мережевих протоколів:

- **1 – рівень**, фізичний — це безпосередньо середовище (оптоволокно, вита пара, коаксіальний кабель, тощо), в якому здійснюється обмін даними та інформацією. На даному рівні функціонують сигнальні ретранслятори, медіаконвертери, хаби.
- **2 – рівень**, каналний — на цьому рівні дані передаються між вузлами, що перебувають в одному сегменті локальної мережі;
- **3 – рівень**, мережевий — актуалізуються IP-адреси, завдяки яким в інтернеті ідентифікуються користувачі;
- **4 -рівень**, транспортний — призначений для доставки даних без втрат, помилок і дублювання в тій послідовності, у якій вони були передані;
- **5 – рівень**, сеансовий — відповідає за підтримання сеансу зв'язку, завдяки чому програми можуть взаємодіяти між собою тривалий час;
- **6 – рівень**, представлення — на цьому рівні відбувається перетворення протоколів та кодування і декодування даних;
- **7 – рівень**, прикладний — цей рівень забезпечує взаємодію користувача і мережі;

Нижче представлена таблиця моделі **OSI**

Модель OSI

Дані	Прикладний доступ до мережевих служб
Дані	Представлення представлення та кодування даних
Дані	Сеансовий керування сеансом зв'язку
Блоки	Транспортний безпечне з'єднання «точка - точка»
Пакети	Мережевий Визначення шляху та IP
Кадри	Канальний MAC та LCC
Біти	Фізичний кабель, сигнали, бінарна передача даних

Таблиця 2.1

До основних мережевих протоколів відносяться:

- **TCP/IP** — Основний набір протоколів для локальних мереж;
- **HTTP/HTTPS** — протоколи для передачі веб-сторінок;
- **UDP** — протокол для швидкої, але не дуже надійної передачі даних;
- **FTP** — протокол для передачі даних між пристроями;
- **DHCP** — цей протокол автоматично видає IP-адреси пристроям у мережі;
- **DNS** — цей протокол перетворює доменні імена в IP-адреси;
- **ICMP** — цей протокол потрібен для діагностування мереж;
- **SMTP, POP3, IMAP** — протоколи електронної пошти;

Мережева плата — це периферійний пристрій, що забезпечує підключення комп'ютера до мережі. В наші часи в комп'ютерах та мобільних пристроях зазвичай вже є інтегрована мережева карта.

IP-адреса

IP – адреса (Internet Protocol Address) — це унікальний числовий ідентифікатор мережевого рівня, що використовується для адресації комп'ютерів чи пристроїв у мережах, які побудовані з використанням протоколів TCP/IP. IP - адреса може бути локальною або публічною. Також IP – адреса складається з двох частин: номера мережі та номеру вузла. За методами налаштування IP – адреси поділяються на статичні та динамічні.

Статичний IP – адрес

Статичний IP – адрес — це IP – адрес, який вручну налаштований адміністратором у налаштуваннях пристрою. **Він закріплений за конкретним пристроєм та є незмінним.** Завдяки статичній IP – адресі зростає стабільність з'єднання, спрощується доступ до мережевих ресурсів, легше встановити віддалений доступ, але ускладнюється управління та адміністрування, особливо коли в мережі багато пристроїв та збільшується вразливість до хакерських атак.

Динамічний IP – адрес

Динамічна IP – адреса — це IP – адреса що надається **DHCP – сервером** та змінюється при кожному новому підключенні до мережі. Динамічні IP – адреси можуть бути повторно використані, що економить доступні адреси типу **IPv4**, а також вони є більш безпечними, оскільки адреса постійно змінюється. Але такі адреси є не кращим рішенням для таких пристроїв, які потрібно завжди знаходити в мережі (наприклад, веб-сервери), також така адреса ускладнює віддалене керування.

IPv4 та IPv6

IPv4 (IP version 4) — це початковий формат IP – адрес. Він досі застосовується, але не дуже поширений, оскільки використовує **32 - бітні адреси**, які обмежені 4 294 967 296 можливими унікальними адресами, а в умовах стрімкого зростання користувачів в інтернеті цього виявилось недостатньо. **Стандартною формою запису IPv4** є 4 десяткових числа в 0 до 255, розділених крапками наприклад: **127.0.0.1** (посилання пристрою на самого себе, **localhost**). Деякі **IPv4** адреси зарезервовані для спеціальних цілей та не можуть бути доступними з будь-якого пристрою в Інтернеті.

IPv6 (IP version 6) — це сучасна версія IP – адрес. На відміну від **IPv4**, **IPv6** використовує **128 – бітні адреси**, завдяки чому може мати значно більше унікальних адрес. **Стандартна форма запису IPv6** включає в себе вісім груп по чотири шістнадцяткові цифри, розділених двокрапками, наприклад: **2001:0DB8:0000:0000:0000:FF00:0042:8329**. Якщо одна чи більше груп підряд дорівнюють 0000, то вони можуть скорочено записуватись як подвійна двокрапка (::).

Приклад частково спрощеної форми запису: **2001:DB8:0:0:0:FF00:42:8329**. Приклад спрощеної форми запису: **2001:DB8::FF00:42:8329**.

DNS

DNS (Domain Name System) — це ієрархічна розподілена система перетворення імені хоста в IP-адресу. Завдяки цій технології браузер може знайти правильний сайт за доменним іменем.

DNS-сервер — це спеціальний комп'ютер, який зберігає IP-адреси сайтів. Основні функції сервера DNS — видавати браузеру адресу сайту за доменним іменем і кешувати DNS-записи домену.

MAC – адреса

MAC – адреса (Media Access Control) — це унікальний ідентифікатор, що зіставляється з різними типами устаткування для комп'ютерних мереж. MAC – адреса призначається виробником і **в нормальних умовах вона не змінюється**. **Стандартна форма запису MAC – адреси** включає в себе 6 пар шістнадцяткових чисел, наприклад: 00:1A:2B:3C:4D:5E. MAC – адреса складається з **48 бітів**.

Структура MAC – адреси виглядає так:

- Перші 3 байти — це унікальний ідентифікатор виробника OUI (Organizationally Unique Identifier);
- Наступні 3 байти — це унікальний ідентифікатор пристрою;

У ширококомовних мережах, таких як Ethernet MAC-адреса дозволяє кожній стороні бути однозначно ідентифікованою та дозволяє помічати кадри для певних хостів. Таким чином, вона є основою для **другого рівня моделі OSI**.

Розділ 4
Індивідуальне завдання
Фото роутера в робочому положенні (Мал 9.1)



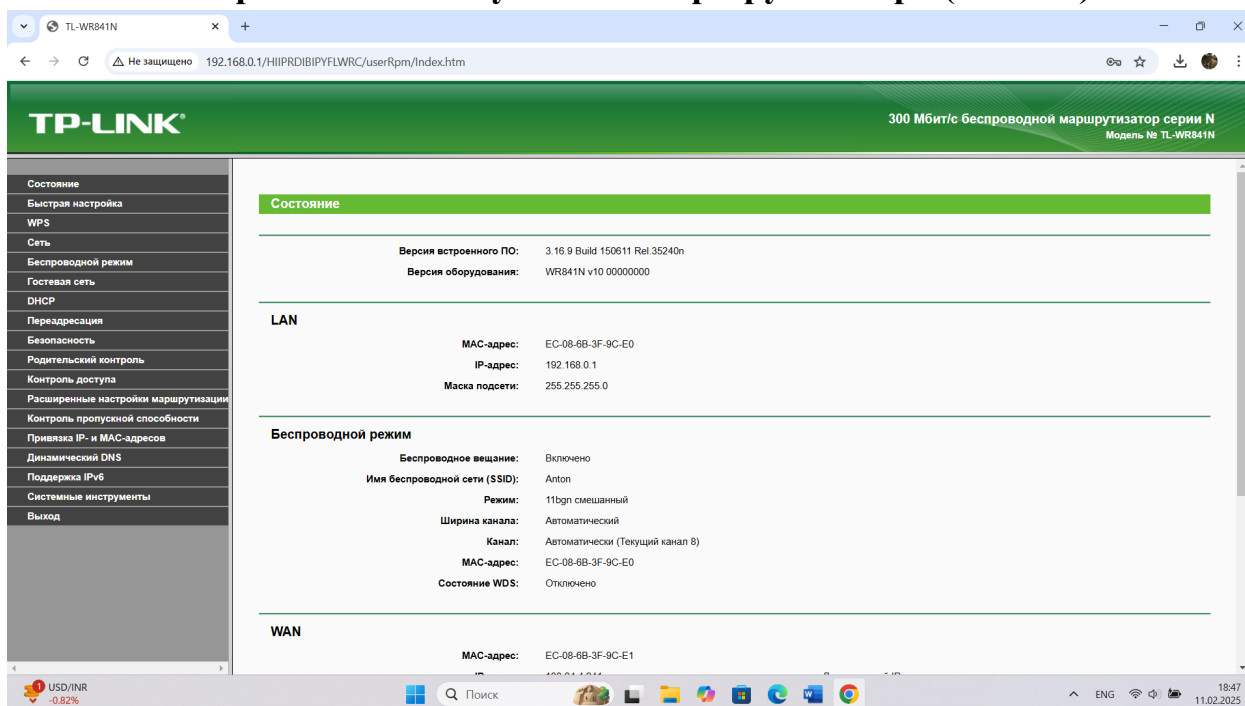
Мал 9.1

Фото этикетки с роутера (Мал 9.2)



Мал 9.2

Сторінка з налаштуванням маршрутизатора (Мал 9.3)

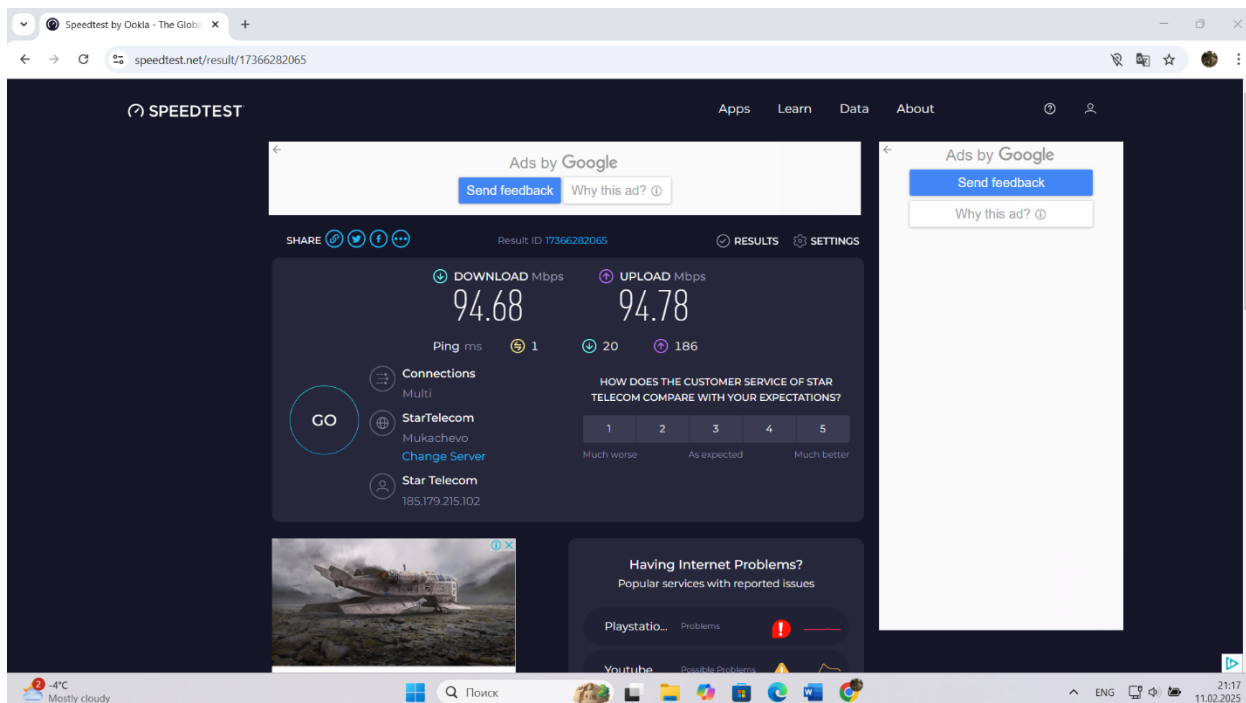


Мал 9.3

1. **Стан** — на цій сторінці відображається поточна інформація по стану і налаштуванням маршрутизатора. Інформація а цій сторінці призначена тільки для читання;
2. **Швидке налаштування** — На цій сторінці можна налаштувати базові параметри для доступу в Інтернет;
3. **WPS** — ця функція дозволяє швидко додавати нові пристрої в мережу, якщо новий пристрій підтримує функцію **Wi-Fi Protected Setup**;
4. **Мережа** — на цій сторінці можна налаштувати параметри мережевого підключення, включаючи **WAN** та **LAN**;
5. **Бездротовий режим** — на цій сторінці можна налаштувати бездротовий режим;
6. **Гостьова мережа** — Дозволяє створити окрему гостьову мережу, яка буде ізольованою від основної;
7. **DHCP** — відповідає за автоматичну роздачу **IP-адресів**;
8. **Переадресація** — використовується для створення у **локальній мережі** віртуального серверу, для відкриття або закриття портів;
9. **Безпека** — на цій сторінці можна налаштувати основні параметри безпеки;
10. **Батьківський контроль** — на цій сторінці можна налаштувати обмеження доступу до інтернету для певних пристроїв та блокувати небажані сайти;

11. **Контроль доступу** — на цій сторінці можна налаштувати фільтрацію пристроїв за **IP-** або **MAC-адресами**;
12. **Розширені налаштування маршрутизації** — на цій сторінці можна встановити конкретний шлях по якому переміщується мережева інформація;
13. **Контроль пропускної здатності** — на цій сторінці можна включити або виключити функцію контролю пропускної здатності. Можна обмежити пропускну здатність для певних пристроїв;
14. **Прив'язка IP- та MAC-адресів** — на цій сторінці можна назначити **статичні IP-адреси** для пристроїв в локальній мережі;
15. **Динамічний DNS** — ця функція дозволяє присвоїти постійне ім'я вузла та доменне ім'я **динамічній IP-адресі** в Інтернеті;
16. **Підтримка IPv6** — на цій сторінці відображено поточний стан і налаштування **IPv6** для маршрутизатора. Інформація на цій сторінці призначена тільки для читання;
17. **Системні інструменти** — На цій сторінці можна вручну встановити час або налаштувати функцію автоматичної синхронізації часу;
18. **Вихід** — Завершення сеансу роботи;

Результати тесту швидкості з'єднання (Мал 10.1)



Мал 10.1

Мій провайдер — це StarTelecom та його IP-адреса 185.179.215.102. Цей провайдер надає доступ до Інтернету через **оптоволоконне** підключення за технологією **GPON**. Мій комп'ютер під'єднаний до маршрутизатора за допомогою **витої пари по стандарту T568B**.

Практичне завдання

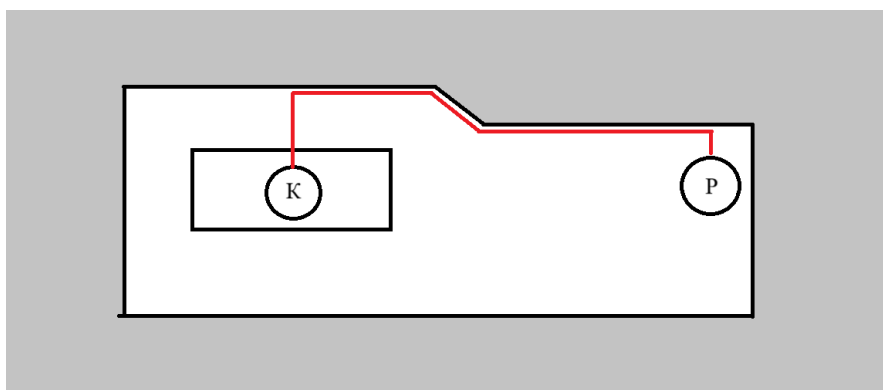
Відстань від роутера до комп'ютера складає 9 метрів, тому я зробив патч-корд на 10 метрів. Оскільки в кімнаті в якій знаходиться роутер та комп'ютер практично відсутні електромагнітні завади, то я використав **неекрановану виту пару (U/UTP) категорії Cat 5e**. Для обтиску витої пари я використав такий інструмент як **кримпер WT 318** (Мал 11.1). Цей інструмент недорогий, може використовуватися для обтиску конекторів типу **RJ45** та **RJ12**, а також має вбудовані леза для зачистки ізоляції. Інструмент виконаний з металу та має пластикові рукоятки. Для тестування я використав **простий тестер BS-468** (Мал 11.2). Цей тестер недорогий, може перевірити правильність обтиску та знайти розрив, чого достатньо для домашнього використання. Також нижче доданий малюнок 12.1 на якому зображена кімната з роутером. **Р** — роутер, **К** — комп'ютер, **червона лінія** — шлях кабелю.



Мал 11.1



Мал 11.2



Мал 12.1

ВИСНОВОК

В ході практики я отримав досвід роботи з різними електронними компонентами та мережевим обладнанням. Виконання завдань допомогло краще зрозуміти принципи роботи різних електронних компонентів, краще зрозуміти будову та принципи роботи локальних мереж та різного мережевого обладнання. Також були закріплені знання з техніки безпеки та технічних стандартів. Отримані навички є важливими для професійного розвитку та практичного застосування в галузі інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Розділ 1

1. <https://oppb.com.ua/news/vydy-ta-poryadok-provedennya-instrukтажiv-z-ohorony-praci>
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0
3. https://leoceramika.com/news/story/osvitlennya-robochogo-miscya-v-ofisi-yak-zabezpechiti-komfortni-umovi-ta-efektivnist-pracivnikiv_911

Розділ 2

4. <https://mikronika.net/collection/wires-electrical>
5. https://detectori.com.ua/ua/articles/7/?srsltid=AfmBOoqhwx4Lffxv2yfueWCUu54P5UtAVg7jFw1eloS0caVu_J8VOODr
6. <https://ua.lazinktech.com/wire-harness/>
7. <https://klaster.ua/ua/services/sistemy-telefonnoi-svjazi/nastroika-i-podkljuchenie/krossirovka-liniy-v-krosse/>
8. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C>
9. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%96%D0%B9>
10. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%8E%D1%81>
11. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA>
12. <https://vseosvita.ua/library/prezentacia-na-temu-pajka-74442.html>
13. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B0
14. <https://radio-detaly.com/drukovani-plati>
15. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80>
16. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>
17. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0>

18. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C
19. <https://vseosvita.ua/library/lokalni-merezi-principi-pobudovi-ta-klasifikacia-lokalnih-komputernih-merez-380051.html>
20. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6
21. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D1%83
22. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>
23. <https://ua5.org/lan/125-topologja-lokalnikh-merezh.html>
24. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80
25. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BC>
26. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87>
27. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%82_\(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%81%D1%82_(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97))
28. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0
29. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%BD
30. <https://www.dusuniot.com/uk/blog/what-is-an-iot-gateway/>

Розділ 3

31. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0
32. <https://deps.ua/ua/knowegable-base/reference-information/9634.html#q2>
33. <https://iron-harry.ua/vyb%D1%96r-kabelnogo-testera/>
34. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%81%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C
35. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE>
36. <https://romsat.ua/obladnannya-pon/>
37. <https://uk.wikipedia.org/wiki/PON>
38. <https://uk.wikipedia.org/wiki/GPON>
39. <https://www.vsolcn.com/blog/gpon-xgpon-xgspon.html>
40. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B2
41. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_OSI
42. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D1%83%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB
43. <https://uk.wikipedia.org/wiki/IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0>
44. <https://uk.wikipedia.org/wiki/IPv4>
45. <https://uk.wikipedia.org/wiki/IPv6>
46. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%B2_IP-%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%85
47. <https://apelsin.net/ua/news/staticeskij-ip-adres-osobennosti-i-preimushhestva.html>
48. <https://hyperhost.ua/info/uk/staticni-ta-dinamicni-ip-adresi-osnovna-riznicya-perevagi-ta-nedoliki>
49. <https://hostiq.ua/blog/ukr/how-does-dns-work/>

50. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD#

51. <https://uk.wikipedia.org/wiki/MAC-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0>

52. Книга «Комп'ютерні мережі» за редакцією Т.І Коробейнікова, С.М Захарченка

Розділ 4

53. <https://www.tp-link.com/uk-ua/>

54. <https://e-server.com.ua/uk/instrumenti-i-testeri/instrument-dlja-obtisku/instrument-dlja-obtisku-kabelju-rj-45-rj-12-detail>

55. <https://e-server.com.ua/uk/instrumenti-i-testeri/testeri/tester-kabelnij-elektronnij-rj-45-rj-12-zelenogo-koloru-detail>