

Міністерство освіти та науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

04-03-451М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт 1-3
з навчальної дисципліни

«Комп'ютерні та промислові мережі»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»
денної та заочної форм навчання
частина 1

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІЕАВГ
Протокол № 7 від 25.02.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Комп'ютерні та промислові мережі» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Таргоній І. М. – Рівне : НУВГП, 2025. – 23 с.

Укладач: Таргоній І. М., к.т.н., старший викладач кафедри АЕКІТ.

Відповідальний за випуск: Древецький В. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри АЕКІТ.

Керівник освітньої програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»: Христюк А. О., к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

© І. М. Таргоній, 2025
© НУВГП, 2025

Зміст

	стор.
Вступ	4
1. Обладнання для побудови локальних мереж.....	5
2. Створення локальної мережі за допомогою бездротової точки доступу	15
3. Налаштування віддаленого доступу до ПЛК.....	20

Вступ

Програма дисципліни «Комп'ютерні та промислові мережі» відноситься до обов'язкових компонент, складена відповідно до освітньої програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Метою вивчення дисципліни «Комп'ютерні та промислові мережі» є вивчення особливостей побудови телемеханічних мереж; умов експлуатації промислового телекомунікаційного обладнання; характеристик сучасних протоколів обміну. Під час вивчення даної дисципліни студенти навчаться складати на налаштовувати сучасні промислові та комп'ютерні мережі..

Методичні вказівки містять плани лабораторних занять та завдання для самостійного опрацювання до кожного заняття. Виконання запропонованих завдань охоплює основні розділи курсу. Результатом виконання самостійних завдань є звіт з лабораторної роботи. Готовий звіт подається викладачу на папері або завантажується в електронний кабінет системи Moodle. Завантаження звіту з лабораторної роботи допускається лише з корпоративної пошти студента. При цьому звіт завантажується у відповідний розділ системи Moodle. У розділ відповідної лабораторної роботи завантажується файл зі звітом у форматі *.doc, *.docx або *.pdf. Успішне виконання запропонованих практичних робіт сформує у студента світоглядні навички у подальшій професійній діяльності.

Лабораторна робота №.1. Обладнання для побудови локальних мереж.

2.1. Мета роботи

Ознайомитись з обладнанням, будовою і призначенням основних складових для побудови локальних мереж типу Ethernet; побудувати мережу.

2.2. Теоретичні відомості

Ethernet — найпопулярніший протокол кабельних комп'ютерних мереж, що працює на фізичному та каналному рівні мережевої моделі OSI. Станом на 2016 рік близько 85 % усіх комп'ютерів у світі були підключені до комп'ютерних мереж за протоколом Ethernet.

За технічним означенням Ethernet — сім'я протоколів стандарту IEEE 802.3.

Ethernet тісно пов'язаний з моделлю TCP/IP, оскільки у переважній більшості випадків служить для передачі IP-пакетів.

Ethernet є найпоширенішим протоколом у сучасних локальних комп'ютерних мережах, також використовується для побудови міських мереж з використанням технології Metro Ethernet.

Назва «Ethernet» (буквально «ефірна мережа» або «середовище мережі») відображає первісний принцип роботи цієї технології: все, що передається одним вузлом, одночасно приймається всіма іншими (тобто є якась схожість з радіомовленням). В даний час практично завжди підключення відбувається через комутатори, так що кадри, що відправляються одним вузлом, доходять лише до адресата (виняток становлять передачі на широкомовна адресу) - це підвищує швидкість роботи і безпеку мережі.

Технологія Ethernet була розроблена разом з багатьма першими проектами корпорації Xerox PARC. Загальноприйнято вважати, що Ethernet був винайдений 22 травня 1973 року, коли Роберт Меткалф склав доповідну записку для глави PARC про потенціал технології Ethernet. Але законне право на технологію Меткалф отримав через кілька років.

Компоненти обладнання мереж Ethernet

Ключові елементи, необхідні для побудови LAN Ethernet:

Карта мережевого інтерфейсу

Мережева карта - периферійний пристрій, що дозволяє комп'ютеру взаємодіяти з іншими пристроями мережі.



Рис. 1.1. Мережева карта

У наш час, особливо в персональних комп'ютерах чи мобільних пристроях (мобільні пристрої здебільшого побудовані за принципом «система на кристалі»), мережеві плати досить часто інтегровані в материнські плати для зручності та здешевлення всього комп'ютера в цілому.

Мережевий адаптер, що належить до периферійного пристрою комп'ютера, безпосередньо взаємодіє із середовищем передавання даних, яке прямо чи через інше комунікаційне обладнання пов'язує його з іншими комп'ютерами. Цей пристрій вирішує завдання надійного обміну двійковими даними,

представленими відповідними електромагнітними сигналами, по зовнішніх лініях зв'язку.

Як і будь-який контролер комп'ютера, керування мережевим адаптером здійснює драйвер операційної системи, і розподіл функцій між мережним адаптером та драйвером може змінюватися від реалізації до реалізації.

Повторювачі Ethernet

Повторювач, ретранслятор або репітер — це мережеве обладнання для підсилювання сигналу. Призначений для збільшення відстані мережного з'єднання шляхом повторення електричного сигналу «один на один».



Рис. 1.2. Повторювач

У термінах моделі OSI працює на фізичному рівні. Одним з перших завдань, яке стоїть перед будь-якою технологією транспортування даних, є можливість їх передачі на максимально велику відстань. Фізичне середовище накладає на цей процес своє обмеження — рано чи пізно потужність сигналу падає, і прийом стає неможливим. Але ще більше значення має те, що спотворюється «форма сигналу» — закономірність, відповідно до якої миттєве значення рівня сигналу змінюється в часі.

Повторювачі використовуються у дротових комп'ютерних мережах для продовження лінії з'єднання на більші відстані.

Спочатку в Ethernet використовувався коаксіальний кабель з топологією «шина», і потрібно було з'єднувати між собою лише кілька великих сегментів. Для цього зазвичай використовувалися повторювачі (repeater), що мали два порти.

Трохи пізніше з'явилися багатопортові пристрої, звані концентраторами (concentrator) або хабами (hub). Їх фізичний сенс точно такий же, але відновлений сигнал транслюється на всі активні порти, крім того, з якого прийшов сигнал.

З появою протоколу 10baseT (звитої пари) для уникнення термінологічної плутанини багатопортові повторювачі для витої пари стали називатися мережевими комутаторами, а коаксіальні — повторювачами (репітерами). Ці назви добре прижилися і використовуються в наш час дуже широко.

Передаючі середовища (кабелі мережі Ethernet)

Вита пара широко застосовується в телекомунікаційних системах. Найчастіше в телефонних лініях для передачі голосу і даних, а також в локальних мережах.

Головними перевагами витої пари з мідного кабелю в порівнянні з оптичним можна вважати дешевизну і простоту розгортання. Монтажник досить мати інструмент для обтиску (крімпер) та конектори типу RJ45. Кабельні лінії на основі мідного кабелю є більш стійкими до пошкоджень і ремонтпридатності в порівнянні з волоконно-оптичними лініями. У разі пошкодження конектора витої пари, його можна просто і недорого замінити.

Вита пара являє собою кабель, всередині якого міститься декількох скручених в джуги ізольованих провідників. Зазвичай провід має 2 або 4 пари внутрішніх жив. Завдяки скрутці провідників забезпечується досить надійний захист кабелю від перешкод. Наявність же додаткового екрану захищає виту пару від радіочастотних перешкод. Тому екранований витой кабель часто використовують, коли поруч розташовується джерело потужного електромагнітного випромінювання.

Основні конструктивні елементи витої пари:

- провідники з міді або біметалу
- ізоляція провідників
- захисний екран з алюмінієвої фольги
- дренажний провід
- зовнішня оболонка з PVC (ПВХ)

Для захисту від електромагнітних перешкод

використовується екранування. Екранування застосовується як до окремої витої пари, яка обертається в алюмінієву фольгу (металізовану поліетиленову стрічку), так і до кабелю в цілому у вигляді загального екрану з фольги, а в ряді випадків з додаванням обплетення з мідного дроту. Екран також може бути з'єднаний з неізольованим дренажним проводом, який служить для заземлення і механічно підтримує екран в разі поділу на секції при зайвому вигині або розтягуванні кабелю.

Згідно з міжнародним стандартом ISO/IEC 11801, для позначення конструкції екранованого кабелю використовується комбінація з трьох букв:

U — неекранований,

S — металева оплетка (загальний екран),

F — металізована стрічка (алюмінієва фольга).

З цих букв формується абревіатура, що позначає тип загального екрану і тип екрану для окремих пар.

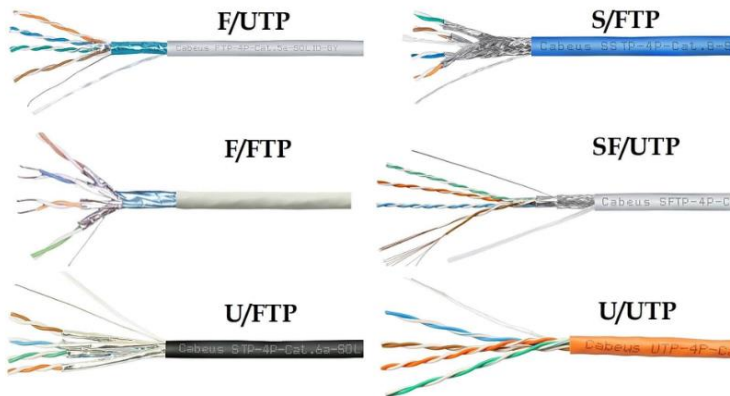


Рис. 1.3. Типи витої пари

Роз'єми для витої пари

Термін «RJ-45» помилково використовується для назви модульного роз'єма і відповідно конектора 8P8C, які застосовуються повсякденно в комп'ютерних мережах. Взагалі-то, роз'єми RJ-45S (8P4C з ключом) та 8P8C не повністю сумісні один з одним — через ключ у роз'ємі RJ-45S. Конектори 8P8C можуть підключатися до розеток RJ-45S, але обернена операція

неможлива. Проте через те, що роз'єми зовні дуже схожі, дехто з людей, що перейшли від телефонної мережі до комп'ютерної, почали помилково називати безключові 8P8C роз'єми «RJ-45», що теж не відповідає оригінальній назві, і така плутанина згодом прижилася.

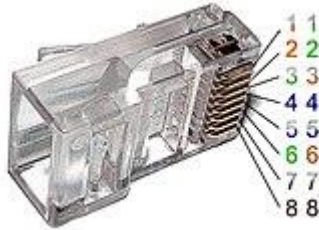


Рис. 1.4. Коннектор (з'єднувач) 8P8C (або RJ-45).

Існують дві схеми з'єднання коннекторів 8P8C з витною парою:

1. комп'ютер — комп'ютер — в цьому випадку використовується стандарт EIA/TIA-568B з одного боку та EIA/TIA-568A з іншого. Такий кабель зветься перехресним (англ. crossover). Наразі ця схема давно застаріла і завдяки дешевим мережевим комутаторам на практиці не використовується.

2. комп'ютер — мережевий комутатор — в цьому випадку використовується однаковий стандарт (частіше за все EIA/TIA-568B) з обох боків кабелю.

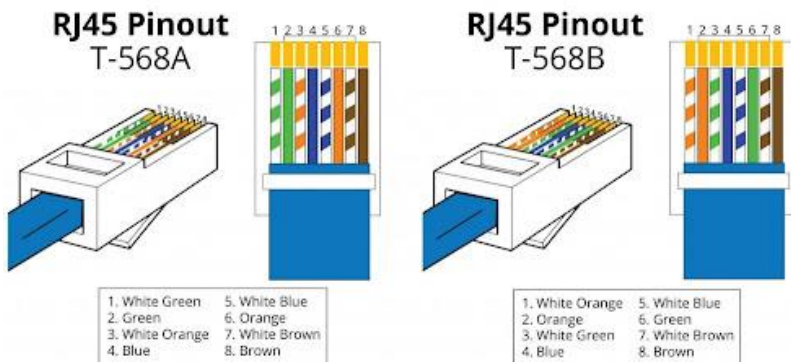


Рис. 1.4. Варіанти обжимки кабеля.

1.3. Перелік необхідного обладнання:

1. Кабель типу «вита пара».
2. Конектори RJ-45 8P8C.
3. Кліщі обжимні.
4. Тестер кабельний RJ45.
5. Бокорізи.

1.4. Порядок виконання роботи

1. Вивчити теоретичні відомості.
2. Підготувати потрібний інструмент для опресування роз'ємів типу Registered Jack 45 (далі RJ-45):
 - обжимні кліщі (кримпер) (рис. 1.5., а));
 - спеціальний інструмент для очищення кабелю від зовнішньої ізоляції (рис. 1.5., б));
 - бокорізи (рис. 1.5., в));
 - тестер кабельний для перевірки правильності опресування (рис. 1.6.).



Рис. 1.5. Інструмент для опресування роземів типу RJ-45 (а) – обжимні кліщі (кримпер); б) – спеціальний інструмент для очищення кабелю від зовнішньої ізоляції; в) – бокорізи).



Рис. 1.6. Тестер кабельний RJ45.

3. Очистити провід на 10-15 мм. від зовнішньої ізоляції та захисту від перешкод (за наявності)

4. Розташувати жили кабелю відповідно до схеми патчкорд.

5. Вставити в відповідні отвори роз'єму RJ-45.

6. Кримпером стиснути металеву частину роз'єму, яка утримує жилки на місці, забезпечуючи надійне з'єднання.

7. Після опресування однієї сторони кабелю, процес повторити для другого кінця кабелю.

8. Перевірити правильність опресування за допомогою тестера. Кінці кабелів вставляються в тестер, вмикається процес перевірки під час якого при наявності сигналу засвічуються світлодіоди відповідних жил.



Рис. 1.7. Перевірка правильності опресування

9. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи. Звіт повинен містити:

1.5. Контрольні питання

1. Що таке Ethernet?
2. Яке обладнання використовується для побудови мережі Ethernet?
3. Які переваги і недоліки кабелю типу «вита пара»?
4. Які є різновиди кабелю типу «вита пара» і їхні відмінності?
5. Які існують схеми з'єднання конекторів 8P8C з витюю парою?

Лабораторна робота №.2. Створення локальної мережі за допомогою бездротової точки доступу.

2.1. Мета роботи

Навчитись будувати та налаштовувати локальну мережу за допомогою бездротової точки доступу.

2.2. Теоретичні відомості

WiFi - бездротова технологія - звільнила нас від зайвого клопоту, пов'язаних з кабелями локальної мережі, щоб ми могли отримати доступ до Інтернету! Звичайно, існують технології мобільного інтернету, такі як 4G і 5G, які добре працюють, коли ви в дорозі, але по стабільності і швидкості ніщо не зрівняється з WiFi.

Стандарти роботи Wi-Fi (b/g/n/ac)

b/g/n/ac – це чотири (основні) режими роботи бездротової мережі Wi-Fi 802.11. Відрізняються вони максимальною швидкістю передачі даних:

- 11a - 54 Мбіт / с *, 5 ГГц стандарт.
- 11b - Поліпшення до 802.11 для підтримки 5,5 та 11 Мбіт/с*.
- 11g - 54 Мбіт / с *, 2,4 ГГц стандарт (зворотна сумісність з b).
- 11n - 2,4-2,5ГГц (150 Мбіт / с *); 5 ГГц (600 Мбіт/с*). Зворотна сумісність із 802.
- 11ac - сучасний стандарт IEEE. Швидкість передачі даних – до 6,77 Гбіт/с для пристроїв, що мають 8 антен. Затверджено у січні 2014 року.

* Швидкість з'єднання, а не максимальна пропусканна здатність в 1 канал.

На жаль, це максимально можлива швидкість з'єднання в ідеальних умовах. Реальні швидкості будуть меншими і становитимуть близько 25 Мбіт/с для 802.11g і до 70-80 Мбіт/с для 802.11n.

Для стандарту N (IEEE 802.11n) максимально доступна швидкість в ідеальних умовах – до 150 Мбіт/с та до 50 Мбіт/с у побутових. Для підвищення швидкості достатньо звернути увагу на характеристики ноутбука. Для максимального результату стандарт N повинен підтримуватися і роутером та мережевою картою пристрою (ноутбука, планшета).

При використанні старіших технологій А, В, G максимальна швидкість – до 20 Мбіт/с, відповідно, якщо Ви користуєтеся лише Wi-Fi, враховуйте цей фактор під час вибору тарифного плану для використання. У налаштуваннях роутера необхідно встановити єдиний стандарт роботи (N, якщо підтримується).

В іншому випадку роутер шукатиме максимально відповідний низькошвидкісний сигнал. Наприклад, якщо ваш ноутбук стандарту N, а планшет стандарту В, і Ви поєднали обидва пристрої з Wi-Fi точкою - швидкість не буде більш ніж 20 Мбіт/с (стандарт В). Дальність і стабільність передачі також визначаються стандартом обладнання та якістю роутера, що використовується.



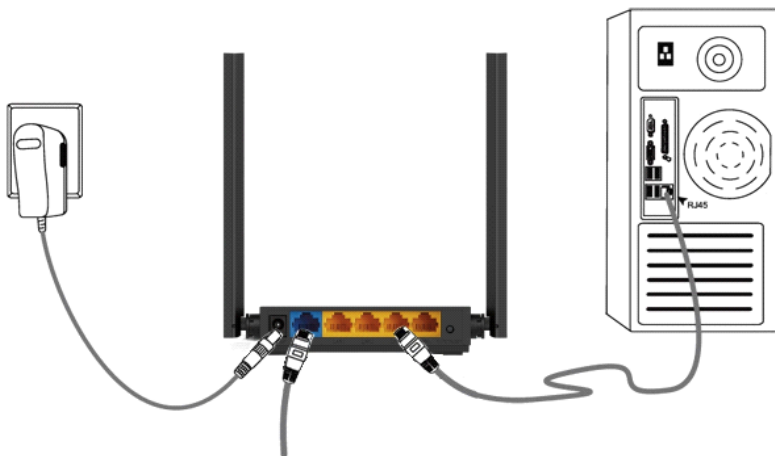
Рис. 2.1. Роутер для побудови WiFi точки доступа

2.3. Перелік необхідного обладнання:

1. Wi-Fi Роутер TP-Link TL-WR840N
2. Кабель типу «вита пара».
3. Тестер кабельний RJ45.
4. Персональний комп'ютер.

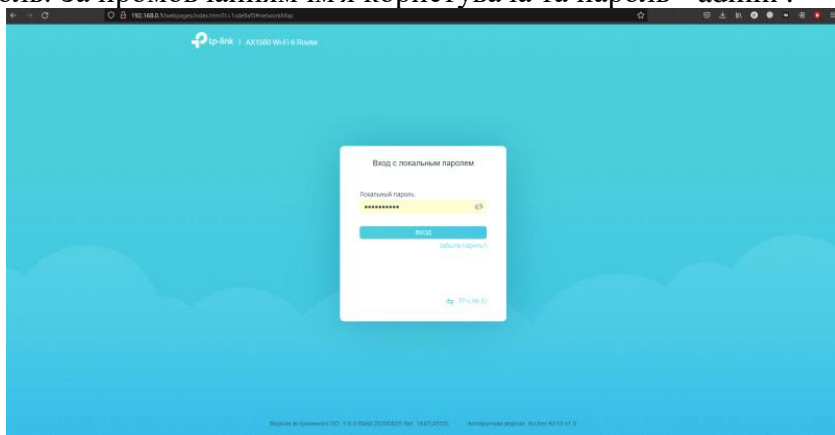
2.4. Порядок виконання роботи

1. Вивчити теоретичні відомості.
2. Підготувати необхідне обладнання для побудови мережі:
3. Під'єднати ПК за допомогою кабелю, що зробили в лабораторній роботі №1 до порта LAN роутера.



4. Відкрийте браузер (Google Chrome, Safari, IE, Mozilla, Opera) і введіть в адресному рядку IP-адресу маршрутизатора (за замовчуванням це 192.168.0.1 або 192.168.1.1), після чого натисніть клавішу Enter . Попередньо необхідно встановити IP-адресу мережевої карти ПК з цієї ж підмережі.

5. У вікні входу в систему вкажіть ім'я користувача та пароль. За промовчанням ім'я користувача та пароль - admin .



6. В головному меню знайдіть і перейдіть в меню «Мережі».

7. Встановити тип роботи пристрою «Точка доступу» та

вказати вільну IP- адресу з мережі.

8. Зберегти налаштування та перезапустити роутер.

9. Перевірити роботу Wi-Fi мережі.

10. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

2.5. Контрольні питання

1. Що таке Wi-Fi?

2. Які стандарти Wi-Fi ви знаєте?

3. Яка максимальна швидкість Wi-Fi?

4. Яке обладнання використовується для безпроводникового доступу?

5. Як налаштувати безпроводникову точку доступу?

Лабораторна робота №.3. Налаштування віддаленого доступу до ПЛК.

3.1 Мета роботи

Навчитися будувати промислову мережу та встановлювати з'єднання з ПЛК.

3.2. Теоретичні відомості

Промисловий Ethernet (також Industrial Ethernet) - Ethernet для застосування в промисловості . Мережа з процедурою доступу CSMA/CD . Industrial Ethernet зазвичай використовується для обміну даними між програмованими контролерами та системами людино-машинного інтерфейсу, рідше для обміну даними між контролерами і, незначно, для підключення до контролерів віддаленого обладнання (датчиків та виконавчих пристроїв). Широкому застосуванню Ethernet в останніх завданнях перешкоджає суть методу CSMA/CD, що унеможливує гарантію обміну невеликою кількістю інформації (одиниці байт) з високою частотою (мілісекундні цикли обміну).

Останнім часом є однією з найпоширеніших промислових мереж . Широко застосовується при автоматизації будівель та в областях, що не потребують високої надійності.

Для забезпечення гарантованого часу реакції використовують протоколи реального часу:

- Profinet
- EtherCAT
- Ethernet powerlink
- EtherNet/IP

- SERCOS III
- LAN eXtensions for Instrumentation

Ці протоколи різною мірою модифікують стандартний стек TCP/IP, додаючи до нього:

- функції синхронізації
- нові алгоритми мережного обміну
- діагностичні функції
- методи самокоригування

Канальний і фізичний рівні Ethernet залишаються незмінними, що дозволяє використовувати протоколи реального часу в існуючих мережах Ethernet з використанням стандартного мережного устаткування.

Відмінності від звичайного EtherNet

- Стандарти на кабелі та роз'єми, що задовольняють специфічні вимоги промисловості: посилене екранування, стійкість до агресивних середовищ тощо.



Рис. 3.1. Промисловий коннектор RJ-45



Рис. 3.2. Промисловий кабель для мережі PROFInet

- Спеціальні стандарти та пристрої для зв'язку з рухомими об'єктами: гнучкі кабелі, пристрої бездротового зв'язку

- Доповнення стеку протоколів TCP/IP протоколом RFC1006 (ISO Transport Service) забезпечує регулярну і часту передачу мережі невеликих обсягів інформації, що притаманно обміну даними між промисловими контролерами

- За допомогою спеціальних комутаторів можна організувати кільцеву топологію, яка при обриві відновлює зв'язок, тобто знаходить новий шлях передачі даних значно швидше, ніж застосовуваний у звичайних мережах «алгоритм надлишкового дерева»

- Використання протоколу IEEE 1588 для синхронізації пристроїв у мережі.

3.3. Перелік необхідного обладнання:

1. Блок живлення на 24 VDC.
2. ПЛК Siemens CPU1214DC/DC/DC.
3. Wi-Fi Роутер TP-Link TL-WR840N
4. Кабель типу «вита пара».
5. Тестер кабельний RJ45.
6. Ноутбук з встановленим програмним забезпеченням.
7. Монтажне обладнання(мережева вилка, кабелі, викрутки і т.д.).

3.4. Порядок виконання роботи

1. Вивчити теоретичні відомості.
2. Підготувати необхідне обладнання для побудови мережі:
3. Під'єднати ПЛК за допомогою кабелю, що зробили в лабораторній роботі №1 до порта LAN роутера.
4. Налаштувати IP адресу Wi-Fi адаптера з цієї ж підмережі.
5. Під'єднатися до Wi-Fi мережі роутера з лабораторної роботи №2.
6. Запустити проект візуалізації процесу гідротехнічного об'єкта на ноутбучі.
7. Перевірити зв'язок ноутбука з ПЛК по Wi-Fi мережі через тренди на візуалізації шляхом зміни відстані давача до води.
8. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

3.5. Контрольні питання

1. Який аналог мережі Ethernet використовується в промисловості?
2. Які особливості мережі Profinet?
3. В чому відмінності обладнання для мережі Profinet?