

Заняття 1

Кабельні з'єднання мереж Ethernet

Мета заняття: ознайомитися з будовою мережних з'єднань на базі витой пари (прямого та перехресного Ethernet-кабелів), ознайомитися з інструментом та методикою побудови прямого та перехресного Ethernet-кабелів, отримати практичні навички побудови прямого та перехресного Ethernet-кабелів, отримати практичні навички тестування роботи прямого та перехресного Ethernet-кабелів.

Теоретичні відомості

Поняття, види та застосування витой (крученої) пари

У час високотехнологічного прогресу дуже важливим є питання швидкої та ефективної передачі даних. Швидкісний інтернет, мобільний зв'язок та якісний супутниковий сигнал є результатом використання технологій швидкого обміну даних не залежно від середовища їх передачі.

Кожне середовище має свої особливості будови, призначення, переваги та недоліки.

Одним з найбільш розповсюджених та ранніх середовищ передачі даних є мідна вита пара (Cooper Twisted Pair).

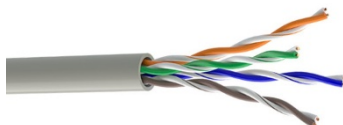


Рис. 1. Вита пара

Кабель витой (крученої) пари – це тип кабелю, що виготовлений шляхом з'єднання двох окремих ізольованих мідних проводів, які скручені між собою, що розміщуються паралельно один одному, та утворюють собою пару. Один з дротів використовується для передачі даних, а інший – заземлення. Оскільки більшість пристроїв потребують декількох з'єднань, вита пара встановлюється двома або більше парами в межах одного кабелю. Кожна пара має свій колір. В такій парі основний провід буде повністю пофарбований в базовий колір, а додатковий провід пофарбований в білий колір з тонкою смужкою базового кольору. Мідні дроти витой пари, як правило, мають перетин жил від 0,4 мм до 0,6 мм, можуть бути твердими або багатожильними.

Вита пара широко використовується в різних інфраструктурах передачі даних, телефонному зв'язку та сучасних мережах Ethernet. Більшість провайдерів використовують виту пару для підключення Інтернету до кінцевого пристрою (комп'ютера чи ноутбука).

Усі середовища передачі даних мають перешкоди, шум, магнетизм, та небажану передачу сигналів. Коли дроти скручені та сигнали (електроенергія) по ним спрямовуються в протилежних напрямках, зовнішні хвилі (шум) зменшуються та гасяться магнетизм. Це робить кабелі витой пари менш чутливими до електромагнітних перешкод (Electromagnetic interference – EMI).

Типи кабелів витой пари

- Неекранована вита пара (UTP – Unshielded Twisted Pair). Кожен з восьми окремих мідних проводів в кабелі UTP покритий ізоляційним матеріалом. Дроти в кожній парі скручені навколо один одного. Це дешевший тип витой пари. При використанні для побудови мережі кабель UTP має чотири пари мідного дроту 22 або 24 калібру. UTP-кабель більш схильний до електричних шумів та перешкод, ніж інші типи мережевих носіїв. Використовується у звичайних, локальних мережах.

- Екранована вита пара (STP – Shielded Twisted Pair). Кабель оточений екраном (зазвичай мідною опліткою або алюмінієвою фольгою) для окремих пар або всіх пар разом, а іноді й екраном для кожної пари, і всього кабелю. Це робить кабелі STP менш сприйнятливими до електромагнітних перешкод (EMI), але більш жорсткими та значно дорожчими. Найчастіше використовується в промислових цілях, та потужних мережевих системах.

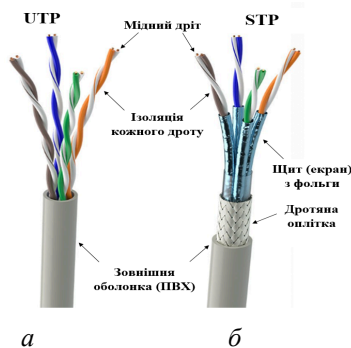
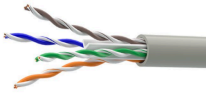
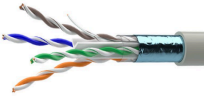




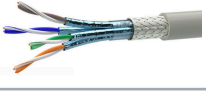



Рис. 2. Вита пара: а – неекранована; б – екранована

Поширені типи кабелів витой пари і їх позначення

Загальноприйнята назва	Позначення по ISO/IEC 11801	Загальний екран	Екран для пар	Зображення
UTP, TP	U/UTP	ні	ні	
FTP, STP, ScTP	F/UTP	фольга	ні	
STP, ScTP	S/UTP	обплетення	ні	
SFTP, S-FTP, STP	SF/UTP	обплетення та фольга	ні	
STP, ScTP, PiMF	U/FTP	ні	фольга	
FFTP, STP	F/FTP	фольга	фольга	
SSTP, SFTP, STP, STP PiMF	S/FTP	обплетення	фольга	
SSTP, SFTP, STP	SF/FTP	обплетення та фольга	фольга	

Літерний код перед рискою позначає тип загального екрану для всього кабелю, код після риски позначає тип індивідуального захисту, для кожної крученої пари: **U** – екран відсутній; **F** – екран з фольги; **S** – обплетення з мідного дроту (зовнішній екран); **SF** – обплетення з мідного дроту + фольга; **TP** – вита пара; **TQ** – індивідуальний екран для двох пар, що скручені не попарно, а з 4 провідників.

Категорії витой пари

- Cat1 – кабель UTP, що використовується в телефонних лініях зі швидкістю передачі даних до 0,1 Мбіт/с
- Cat2 – кабель UTP, що використовується в лініях передачі зі швидкістю передачі даних 4 Мбіт/с
- Cat3 – кабель UTP, що використовується в локальних мережах зі швидкістю передачі даних 10 Мбіт/с
- Cat4 – кабель UTP, що використовується в мережах Token Ring (стандарт 802.5) зі швидкістю передачі даних 16 Мбіт/с
- Cat5 – кабель UTP, що використовується в локальних мережах зі швидкістю передачі даних 100 Мбіт/с
- Cat6 – кабель UTP, що використовується в локальних мережах зі швидкістю передачі даних 10 Гбіт/с та довжиною до 55м.
- Cat7 – кабель STP, що використовується в локальних мережах зі швидкістю передачі даних 10 Гбіт/с.

Кабелі для зовнішнього застосування можуть бути із силовими елементами для підвісу (стальний дріт, трос), а в деяких кабелях є ще й заземлюючий дріт крім основних, який не має захисної оболонки. В комплексі із екрануванням він добре вирішує проблему зняття статички. Щоб забезпечити захист і самого обладнання, необхідно, щоб цей пристрій мав екран, який обов'язково повинен контактувати з екраном конектора RJ-45. Такий конектор в комплексі з екранованим кабелем та заземлювальним дротом є досить ефективним.

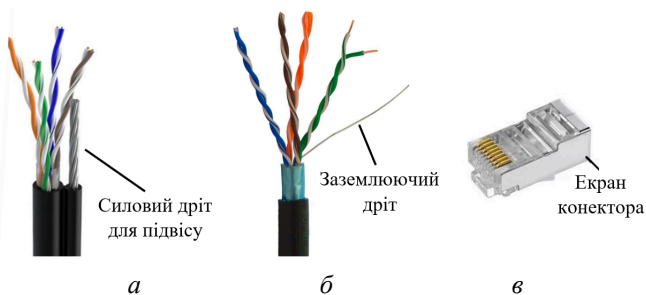


Рис. 3. Зовнішні кабелі та екранований конектор:

а – кабель із силовим елементом для підвісу; *б* – кабель із заземлюючим дротом; *в* – конектор з екраном

Для підключення витой пари як до різних кінцевих пристроїв (PC, Laptop) так і до мережних пристроїв (Switch, Router), кручена пара має закінчуватися

зручними і стандартизованими роз'ємами. Стандартним роз'ємом для витої пари є роз'єм RJ-45. Термін RJ-45 помилково використовується для назви модульного роз'єму і відповідно конектора, правильною назвою є 8P8C (8 Position 8 Contact).

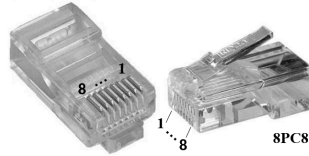


Рис. 4. Зовнішній вигляд конектора RJ-45 з нумерацією контактів

Порядок розташування провідників струму в контактних пазах (зліва направо):

1 та 2 – (Tx) Відповідають за передачу інформації.

4 та 5 – Розташовуються посередині та використовуються для реалізації «PoE» телефонних та інтернет з'єднань.

3 та 6 – (Rx) Відповідають за приймання даних.

7 та 8 – Використовуються для реалізації живлення Ethernet кабелю «PoE».

Призначення контактів та сигналів роз'єму RJ-45 технологій Ethernet для гнізд MDI/MDIX наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Контакт	Технології 10Base-T/100Base-TX		Технологія 1000Base-T	
	MDI	MDIX	MDI	MDIX
1	Tx+ (Передавання+)	Rx+ (Приймання+)	BI_DA+	BI_DB+
2	Tx- (Передавання-)	Rx- (Приймання-)	BI_DA-	BI_DB-
3	Rx+ (Приймання+)	Tx+ (Передавання+)	BI_DB+	BI_DA+
4	Не задіяний	Не задіяний	BI_DC+	BI_DD+
5	Не задіяний	Не задіяний	BI_DC-	BI_DD-
6	Rx- (Приймання-)	Tx- (Передавання-)	BI_DB-	BI_DA-
7	Не задіяний	Не задіяний	BI_DD+	BI_DC+
8	Не задіяний	Не задіяний	BI_DD-	BI_DC-

Контакти та сигнали роз'єму RJ-45 Слід зазначити, що гнізда роз'єму RJ-45 мережних адаптерів та комунікаційних пристроїв для забезпечення коректного використання полярності сигналів поділяються на два види:

- гнізда RJ-45 MDI (Media Dependent Interface);
- гнізда RJ-45 MDIX (Media Dependent Interface Xover= Crossover).

Типові гнізда роз'єму RJ-45 найпоширеніших мережних пристроїв наведені у табл. 3.

Таблиця 3

Типові гнізда пристроїв технологій Ethernet для роз'єму RJ-45

Пристрій	Гніздо	Пристрій	Гніздо
Мережний адаптер (NIC)	MDI	Повторювач (Repeater)	MDIX
Маршрутизатор (Router)	MDI	Концентратор (Hub)	MDIX
Точка доступу (Access Point)	MDI	Міст (Bridge)	MDIX
IP-Телефон (IP-Phone)	MDI	Комутатор (Switch)	MDIX
VoIP шлюз (VoIP Gateway)	MDI	DSL-модем (DSL-Modem)	MDIX
Мережний принтер (Network Printer)	MDI	Кабельний модем (TV Cable Modem)	MDIX

Для правильного функціонування мережі, побудованої за допомогою витой пари, необхідно у відповідному порядку розташувати контакти в конекторах RJ-45. Зробити це необхідно, як з одного, так і з іншого кінця кабелю. Для зручності обтиску всі дроти позначені стандартизованими кольорами. Обтискати кабель, при наявності достатніх знань, можна і на власний розсуд, але для того, щоб не було плутанини при об'єднанні мереж краще скористатися стандартними схемами обтиску. Їх існує всього дві: прямий порядок обтискання і кросовий (перехресний). Вибір провідника витой пари за кольором для відповідного контакту вилки RJ-45 прямого чи перехресного кабелю визначається вимогами стандарту побудови структурованих кабельних мереж у комерційних будівлях TIA-568 „Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Set”. У цьому стандарті описано два варіанти використання кольорів – так звані монтажні схеми T568A та T568B.

Схема обтискання прямого кабелю

Данна схема обтискання (пряма) використовується при з'єднанні різнотипного обладнання, порту MDI одного пристрою з портом MDIX іншого пристрою, наприклад, мережева карта ноутбука і комутатор.

- Перший варіант (тип T586A): одна сторона має наступний порядок контактів (від 1 до 8) - біло-зелений, зелений, біло-помаранчевий, синій,

біло-синій, помаранчевий, біло-коричневий, коричневий. Інша сторона має такий же порядок контактів.

- Другий варіант (тип T568B). Одна сторона має наступний порядок контактів (від 1 до 8) - біло-помаранчевий, помаранчевий, біло-зелений, синій, біло-синій, зелений, біло-коричневий, коричневий. Інша сторона має такий же порядок контактів. Даний варіант є найбільш вживаним при використанні прямих кабелів.

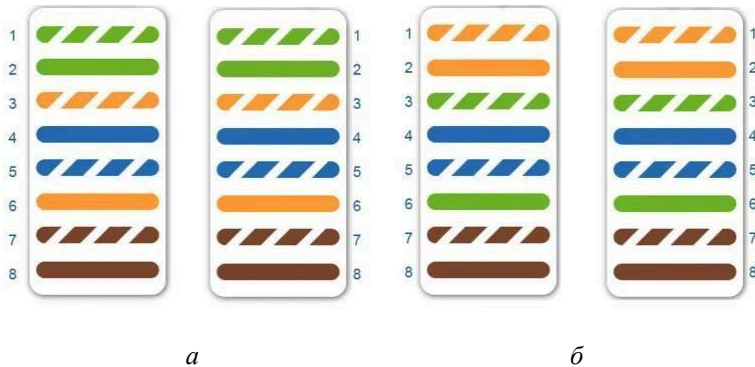


Рис. 4. Монтажні схеми прямого кабелю: *а* – тип T586A; *б* – тип T568B

Схема обтискання перехресного (кросового) кабелю

Данна схема обтискання (кросова або перехресна) використовується при з'єднанні однотипного обладнання яке має однакові порти (MDI-MDI чи MDIX-MDIX), наприклад, двох ноутбуків (іноді для з'єднання комп'ютера з деякими старими видами комутаторів та хабів).

- Для виготовлення перехресного кабелю (з підтримкою технологій Ethernet 10Base-T та Fast Ethernet 100Base-TX) потрібно використовувати схему: одна сторона матиме порядок контактів (від 1 до 8) – біло-зелений, зелений, біло-помаранчевий, синій, біло-синій, помаранчевий, біло-коричневий, коричневий, а інша – біло- помаранчевий, помаранчевий, біло-зелений, синій, біло-синій, зелений, біло-коричневий, коричневий.

- Для виготовлення перехресного кабелю (з підтримкою технології Gigabit Ethernet 1000Base-T), потрібно використовувати іншу схему: одна сторона матиме порядок контактів – біло- помаранчевий, помаранчевий, біло-зелений, синій, біло-синій, зелений, біло-коричневий, коричневий, а інша – біло-зелений, зелений, біло-помаранчевий, біло-коричневий, коричневий, помаранчевий, синій, біло-синій.

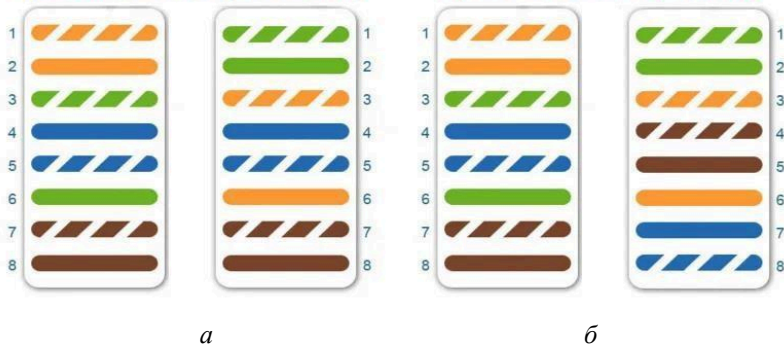


Рис. 5. Монтажні схеми перехресного кабелю:
a – Ethernet 10BaseT/ Fast Ethernet 100Base-TX; *б* – Gigabit Ethernet 1000Base-T

Інструмент для обтискання витої пари

Для обтискання кабелю використовують спеціальне пристосування – кримпер (назва від англійського «to crimp» – обтискати) являє собою кліщі. Деякі типи кримперів можуть використовуватись не тільки для обтискання витої пари з роз’ємами RJ-45 а і для інших видів робіт, у тому числі для оснащення одножильних проводів наконечниками.



Рис. 6. Кримпер (кліщі для витої пари)

Стріпер

У багатьох випадках полегшить та прискорить роботу застосування інструменту для обрізки кабелю і зняття зовнішнього шару ізоляції. Такий інструмент називається стріпером. Рекомендації по вибору ті ж: краще купувати інструмент, придатний саме під необхідні роботи.



Рис. 7. Стріпер

Кабельний тестер

Якщо не вийшло правильно встановити конектори на кабель, це можна побачити відразу по непрацюючому мережевому з'єднанні. Але причин непрацездатності мережі може бути безліч, включаючи несправність «заліза» або неправильні мережеві настройки. Щоб виключити з цього переліку неробочий кабель, його потрібно перевірити. Для цього існують кабельні тестери (LAN-тестери). Їх поділяють на кілька класів:

1. Найпростіші тестери

Діють за принципом прямої «прозвонки» з'єднань. Складаються з двох частин, що приєднуються до обох сторін обжатого кабеля. Основна і єдина перевага таких пристроїв – низька ціна.



Рис. 8. Найпростіший тестер

2. *Просунуті пристрої*

Вони можуть показати тип пошкодження, визначити схему підключення. Оснащені вбудованими тональними генераторами, що підвищують зручність роботи.



Рис. 9. Просунутий тестер

Багатофункціональні прилади

Крім кабельного тестера може бути ще один або кілька пристроїв. Комплект може складатися з приладу обтиску і лантестера або кабельного тестера і генератора для «прозвонки» окремих жил.



Рис. 10. Багатофункціональний крімпер

Професійні пристрої

Найдорожчі, але працювати з ними одне задоволення. Вони покажуть тип пошкодження, відстань до нього, оснащені захистом від зустрічного напруги. Інформація відображається на екрані.



Рис. 11. Професійний пристрій

Кросувальний інструмент

Кросувальний інструмент дозволяє виконати прокладання виті пари в розетки, крос-панелі, плінтуси та інші комутаційні одиниці. Найпростіший кросувальний ніж виглядає, як викрутка з роздвоєним лезом або двозуба вилка з ручкою. Виїмкою провід проштовхується в посадочне місце. Додатково кросувальний інструмент може бути оснащений лезом для обрізки і гачком для дістання проводів.



Рис. 12. Кросувальний ніж

Готові комплекти для обтискання витої пари

Якщо передбачається великий обсяг робіт з прокладання комп'ютерних мереж, доцільно придбати готовий комплект для роботи з крученою парою. В який повинні входити всі згадані вище пристосування. Додатково комплект може включати:

- сумку або кейс для зберігання набору;
- одну або кілька викруток;
- пасатиджі, ножі, кусачки, монтажні ножиці та інші інструменти.

Роботи по прокладанню та обтисканню інтернет-кабелю не складні. Їх може освоїти будь-який фахівець. Після певної практики облаштувати невелику комп'ютерну мережу під силу кожному. Але не варто забувати, що якісно виконати ці роботи практично неможливо без ретельного підбору інструментів.



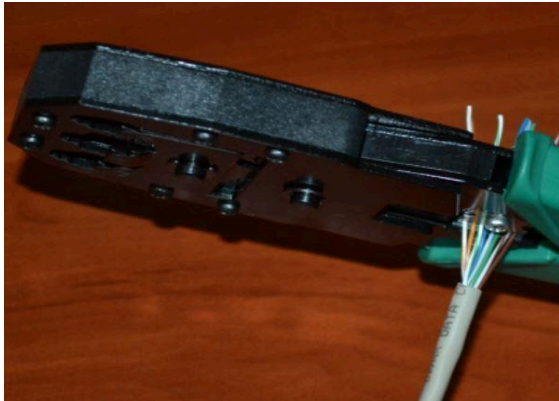
Рис. 13. Комплекти для обтискання витої пари

Покроковий процес обтискання витої пари

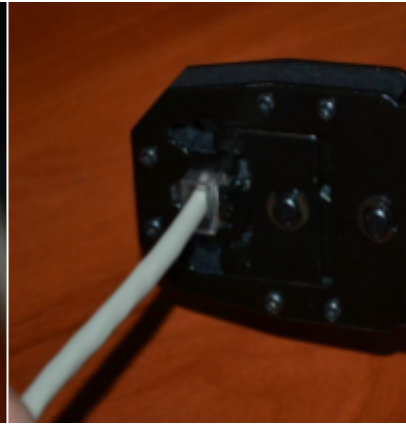
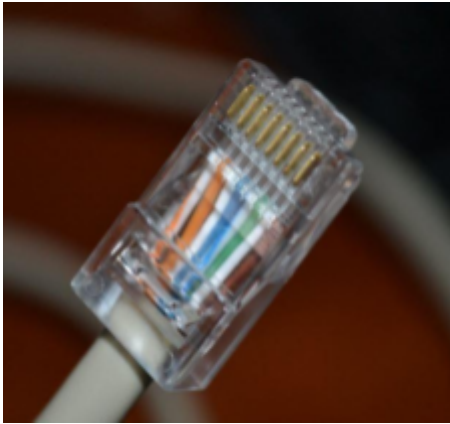
1) Зріжте оболонку кабелю на два сантиметри і потім розплетіть всі жили. Потрібно, щоб жили були відокремлені один від одного.



2) Після розташування жил в потрібному порядку обережно обріжте їх, використовуючи крімпер. Кінцева довжина повинна складати приблизно один сантиметр.



3) Вставте кожну жилу в канавки коннектора до упору. Важливо, щоб ізоляційна оболонка кабелю заходила всередину коннектора. Звисання оголених жил неприпустимо.



4) Повторно перевірте вірне розміщення проводів в конекторі. Акуратно поміщаємо конектор з жилами в відповідний паз обтискача і повільно стискаємо ручки до самого упору. При обтиску не бійтеся докласти дуже багато зусиль, це не страшно. Тут важливіше стиснути максимально сильно поки хід руків'я не закінчиться.

Процес обтиску витої пари без інструменту

Іноді під рукою немає кріпера, а обтиснути кабель потрібно терміново. Тоді можна використовувати звичайну викрутку з плоским жалом. Процес, звичайно, затягнеться в часі, але результат буде схожим.

Щоб обжати виту пару за допомогою викрутки, по черзі натискайте на кожен контакт. Ніжки повинні прорізати оболонку провідника.



В кінці натисніть на засувку для фіксації оболонки кабелю.



Іноді викрутка виручає, якщо крімпер не до кінця затиснув всі контакти і, як підсумок, сигнал передається з обривами. Занадто велику силу прикладати не потрібно. Натискайте максимально вертикально, щоб не розхитати сусідні контакти.

Завдання

1. Ознайомитися з будовою прямого та перехресного Ethernet-кабелів.
2. Ознайомитися з інструментом та методикою побудови прямого та перехресного Ethernet-кабелів.
3. Створити прямий та перехресний Ethernet-кабелі.
4. Протестувати функціонування побудованих кабелів.
5. У випадку виявлення проблем із створеним кабелем – усунути їх.