

Тема 1. Організація мережевих з'єднань

Мета роботи: розглянути засоби організації мережевих з'єднань між пристроями мережі.

Теоретичні відомості

Мережеві інтерфейси та кабельні з'єднання Ethernet

Ethernet – це сімейство комп'ютерних мережевих технологій, які зазвичай використовуються в локальних, міських та глобальних мережах. Ethernet сьогодні є найпоширенішою технологією для побудови комп'ютерних мереж.

Мережевий інтерфейс – фізичний (або віртуальний) пристрій, призначений для передачі даних в мережу та прийом даних з неї. Мережевий інтерфейс Ethernet – це фізичний пристрій, який є складовою кінцевого або проміжного вузла мережі. Цей інтерфейс забезпечує фізичне підключення вузла до середовища передачі даних та проводить інформаційний обмін з іншими вузлами мережі. Прикладами мережевих інтерфейсів Ethernet є мережеві адаптери/плати робочих станцій та серверів, порти комутаторів або точок доступу, мережеві інтерфейси, плати та модулі маршрутизаторів тощо.

Відповідно до функцій рівнів моделі OSI (Open Systems Interconnection – базова еталонна модель взаємодії відкритих систем) мережевий інтерфейс Ethernet фактично розглядається як сукупність фізичного і логічного інтерфейсів. Фізичний інтерфейс забезпечує фізичне підключення до середовища передачі даних та вирішує питання передачі/прийому сигналів. Логічний інтерфейс забезпечує опрацювання сукупності сигналів як повідомлень певного формату.

Згідно зі стандартом (ISO/IEC/IEEE 8802-3:2014 «Standard for Ethernet») для побудови кабельних з'єднань мереж Ethernet можуть використовуватися наступні фізичні середовища передачі даних: коаксіальний кабель, вита пара, волоконно-оптичний кабель. В сучасній практиці побудови мереж коаксіальний

кабель є застарілим середовищем і практично не використовується. Витя пара є основним середовищем, що використовується для підключення пристроїв, які знаходяться на невеликих відстанях (до 100 м) один від одного. В сучасних мережах використовується витя пара категорії 5 і вище. Волоконно-оптичний кабель є основним середовищем, що використовується для підключення на великі відстані (сотні метрів і більше).

Для технологій Ethernet, які в якості середовища передачі даних використовують 8-провідникову витя пару (Fast Ethernet 100Base-TX, Gigabit Ethernet 1000Base-T) основним фізичним роз'ємом є 8-контактний роз'єм, відомий під назвою RJ-45 (Registered Jack). У деяких джерелах замість позначення RJ-45 рекомендується використовувати більш коректне позначення 8P8C (8 Position 8 Contact). Зовнішній вигляд 8-позиційних модульної вилки та роз'єму RJ-45 наведено на рис. 1.1.

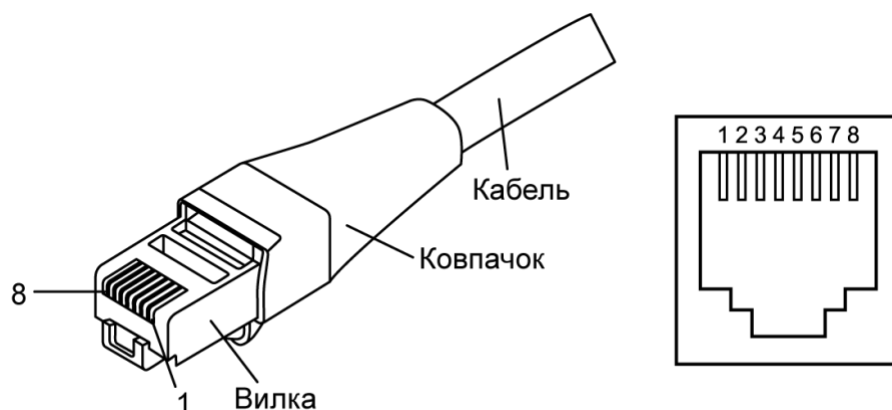


Рисунок 1.1 – Модульна вилка та роз'єм RJ-45

Слід зазначити, що гнізда роз'єму RJ-45 мережевих 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).

Призначення контактів та сигналів роз'єму RJ-45 технологій Fast Ethernet 100Base-TX та Gigabit Ethernet 1000Base-T для роз'ємів MDI/MDIX наведено в

таблиці 1.1. Типові роз'єми RJ-45 найпоширеніших мережевих пристроїв Ethernet наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.1 – Контакти та сигнали роз'єму RJ-45

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

Таблиця 1.2 – Типові роз'єми RJ-45 пристроїв технологій Ethernet

Пристрій	Тип	Пристрій	Тип
Мережевий 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
Мережевий принтер (Network Printer)	MDI	Кабельний модем (TV Cable Modem)	MDIX

В багатьох моделях концентраторів та комутаторів наявні додаткові порти RJ-45 «Up-Link», що призначені для з'єднання пристроїв між собою, підключення концентратора чи комутатора до маршрутизатора тощо. Порти «Up-Link» зазвичай є портами MDI. У деяких старих моделях концентраторів та комутаторів один із звичайних портів RJ-45 (зазвичай перший або останній) також може бути портом «Up-Link», в цьому випадку перемикач між MDI/MDIX для порту здійснюється фізично за допомогою перемикача.

У варіантах технології Fast Ethernet 100Base-TX для забезпечення передачі даних використовуються дві з наявних чотирьох пар провідників. Кожна з пар є окремим симплексним каналом передачі. По одній з пар передача здійснюється

в одному напрямку, по іншій – у протилежному. Разом вони формують дуплексний канал передачі. Для технології Gigabit Ethernet 1000Base-T використовуються всі чотири пари провідників. По кожній парі передача здійснюється у двох напрямках одночасно.

З метою з'єднання порту MDI одного пристрою з портом MDIX іншого пристрою використовується прямий кабель Ethernet (Straight-Through Cable). З метою з'єднання двох пристроїв, які мають однакові порти (MDI–MDI або MDIX–MDIX), використовується перехресний кабель Ethernet (Crossover Cable). Схеми з'єднання контактів роз'єму RJ-45 прямого та перехресного кабелів для технології Fast Ethernet 100Base-TX наведені на рис. 1.2(а) та рис. 1.2(б) відповідно. Мінімальна рекомендована стандартом довжина кабелю Ethernet – 0,5 м. Максимальна можлива довжина – 100 м. Допускається використання кабелів більшої довжини (на 10–15%), при цьому необхідно контролювати якість та втрати сигналу. Для зручності підключення до пристроїв з метою адміністрування розроблено модульний адаптер-перехідник (Ethernet Crossover Adapter), який дає змогу «перетворити» прямий кабель Ethernet у перехресний.

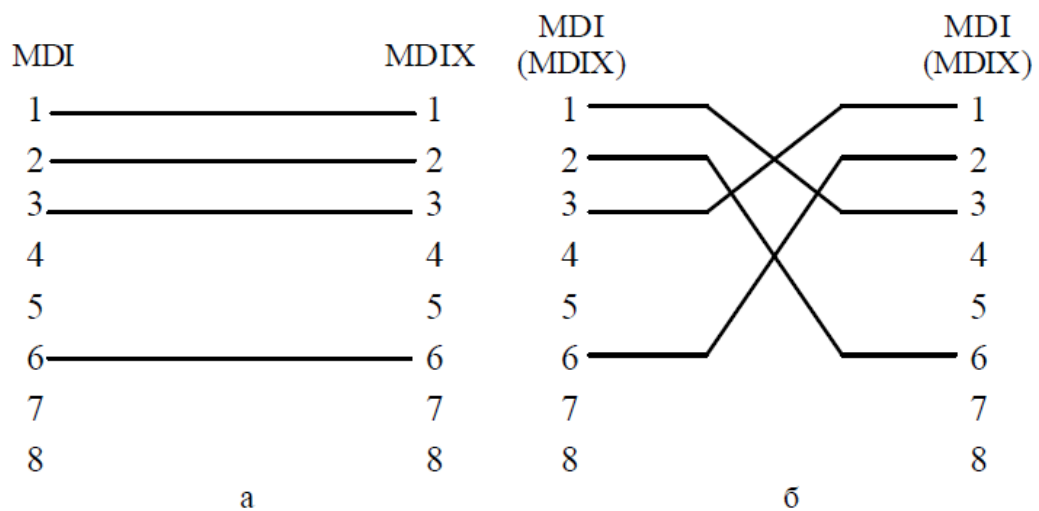


Рисунок 1.2 – Схеми кабелів Fast Ethernet 100Base-TX:

а – прямий кабель; б – перехресний кабель

Вибір провідника витої пари за кольором для відповідного контакту вилки RJ-45 прямого чи перехресного кабелю Ethernet 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 (таблиці, «розкладки») T568A та T568B. Параметри цих схем наведені у табл. 1.3. Найпоширенішою сьогодні є монтажна схема T568B.

Таблиця 1.3 – Параметри монтажних схем T568A та T568B

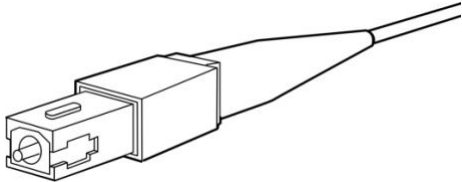
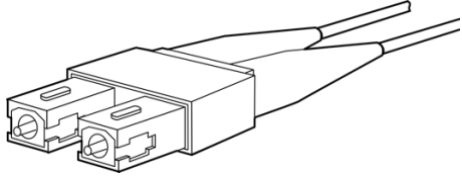
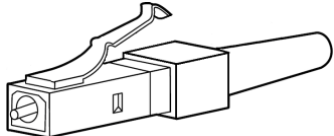
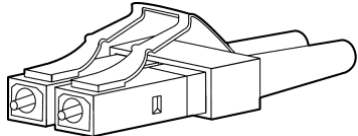
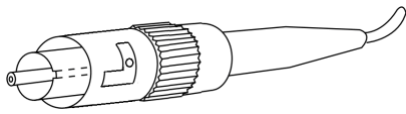
Кон- такт	Монтажна схема T568A		Монтажна схема T568B	
	Колір	Номер пари	Колір	Номер пари
1	Білий/зелений	3 (Tip – прямий)	Білий/помаранчевий	2 (Tip – прямий)
2	Зелений	3 (Ring – зворотний)	Помаранчевий	2 (Ring – зворотний)
3	Білий/помаранчевий	2 (Tip)	Білий/зелений	3 (Tip)
4	Помаранчевий	1 (Ring)	Синій	1 (Ring)
5	Білий/синій	1 (Tip)	Білий/синій	1 (Tip)
6	Синій	2 (Ring)	Зелений	3 (Ring)
7	Білий/коричневий	4 (Tip)	Білий/коричневий	4 (Tip)
8	Коричневий	4 (Ring)	Коричневий	4 (Ring)

У багатьох сучасних мережевих адаптерах, комутаторах та маршрутизаторах Ethernet на інтерфейсах RJ-45 підтримується функція автоматичного визначення полярності сигналів, що передаються по витій парі, відома як Auto-MDI. Функція Auto-MDI, залежно від того, прямий чи перехресний кабель Ethernet використано для підключення пристрою до комутатора, забезпечує автоматичне переведення інтерфейсу з MDI у MDIX і навпаки. В деяких моделях комутаторів реалізація функції Auto-MDI є ще більш інтелектуальною – дає змогу коректно передавати дані через кабелі, які мають некоректне з'єднання контактів.

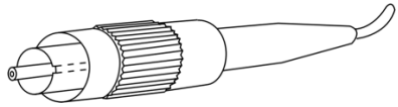
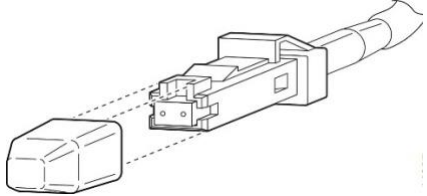
Необхідно зазначити, що мережеві інтерфейси технологій Fast Ethernet 100Base-TX та Gigabit Ethernet 1000Base-T, крім підтримки автоматичного визначення полярності сигналів за допомогою функції Auto-MDI, також забезпечують автоматичне узгодження швидкостей і режимів передачі за допомогою функції Auto-Negotiation.

Для технологій Ethernet, які в якості середовища передачі даних використовують волоконно-оптичний кабель (Fast Ethernet 100Base-FX, Gigabit Ethernet 1000Base-SX, 1000Base-LX тощо), використовуються фізичні роз'єми SC (Subscriber Connector), LC (Lucent Connector), ST (Straight Tip), FC (Ferrule Connector), MTRJ (Mechanical Transfer Registered Jack). Найбільш вживаними на практиці є роз'єми SC та LC. Роз'єми ST та FC використовуються рідше. Роз'єм MTRJ є застарілим і використовується лише у тих випадках, коли йому немає сучасної альтернативи. Загальна інформація та зовнішній вигляд модульних вилок основних оптичних роз'ємів наведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Модульні вижки оптичних роз'ємів

Скорочена назва	Повна назва	Стандарт	Зображення роз'єму
SC	Subscriber Connector	IEC 61754-4	<p>Simplex SC Cable Connector</p>  <p>Duplex SC Cable Connector</p> 
LC	Lucent Connector	IEC 61754-20	<p>Simplex LC Connector</p>  <p>Duplex LC Connector</p> 
ST/BFOC	Straight Tip / Bayonet Fiber Optic Connector	IEC 61754-2	<p>Simplex ST Cable Connector</p> 

Продовження таблиці 1.4

Скорочена назва	Повна назва	Стандарт	Зображення роз'єму
FC	Ferrule Connector	IEC 61754-13	<p>Simplex FC Cable Connector</p> 
MTRJ	Mechanical Transfer Registered Jack	IEC 61754-18	<p>MTRJ Cable Connector</p> 

Для передачі даних по волоконно-оптичному каналу може використовуватися як два, так і одне волокно. У випадку використання двох волокон кожне оптичне волокно є окремим симплексним каналом передачі. Два волокна, по яких дані передаються у протилежних напрямках, разом формують дуплексний канал. Сьогодні набули поширення варіанти технології, які дають змогу організувати дуплексну передачу по одному оптичному волокну.

В сучасних пристроях Ethernet (мережевих адаптерах, портах комутаторів тощо) фіксовані роз'єми для підключення пристроїв за допомогою волоконно-оптичного кабелю використовуються досить рідко. У більшості пристроїв замість фіксованих оптичних інтерфейсів використовуються інтерфейсні слоти для змінних мережевих інтерфейсних модулів (трансиверів), які дають змогу здійснювати підключення пристроїв різних технологій Ethernet. Іноді ці модулі називають «медіаконверторами». Деякі моделі цих модулів дають змогу підключати пристрої інших технологій, зокрема, Fiber Channel, SONET/SDH.

Мережеві інтерфейсні модулі реалізуються як для підключення пристроїв за допомогою витії пари, так і за допомогою волоконно-оптичного кабелю. У першому випадку використовується роз'єм RJ-45. У другому випадку, як правило, роз'єми SC або LC.

Мережеві адаптери Ethernet

Мережевий адаптер, мережева плата/контролер Ethernet (NIC, Network Interface Card/Controller) – це різновид мережевих інтерфейсів Ethernet, що орієнтовані на використання в робочих станціях та серверах. Відповідно він забезпечує основні функції мережевого інтерфейсу – передачу даних в середовище і прийом даних із середовища.

Залежно від призначення мережеві адаптери Ethernet поділяють на адаптери робочих станцій/клієнтів та серверні адаптери. Сучасні адаптери робочих станцій є адаптерами або технології Fast Ethernet 100Base-TX, або технології Gigabit Ethernet 1000Base-T. Такі адаптери зазвичай мають один фізичний роз'єм RJ-45. Серверні адаптери реалізуються для різних як за швидкостями передачі (1 Гбіт/с і вище), так і за середовищами передачі (вита пара, волоконно-оптичний кабель) технологій Ethernet. Сучасні серверні адаптери можуть мати кілька фізичних роз'ємів або інтерфейсних слотів (2, 4, 8) для формування агрегованих каналів. Вбудовані оптичні роз'єми в сучасних адаптерах використовуються досить рідко, замість них використовуються змінні інтерфейсні модулі.

Хід роботи

1. Навести схеми прямих кабелів для технологій Fast Ethernet 100Base-TX та Gigabit Ethernet 1000Base-T. Для цього необхідно скористатися інформацією, наведеною у теоретичних відомостях.

2. Навести схеми перехресних кабелів для технологій Fast Ethernet 100Base-TX та Gigabit Ethernet 1000Base-T. Для цього необхідно скористатися інформацією, наведеною у теоретичних відомостях.

3. Визначити, який тип кабелю (прямий чи перехресний) використовується для з'єднання мережевих адаптерів/інтерфейсів пристроїв Ethernet. Для побудови скористатися інформацією щодо типів інтерфейсів пристроїв (MDI/MDIX), наведеною у теоретичних відомостях. Результати подати у вигляді

табл. 1.5, заповнивши її пристроями згідно свого варіанту завдання, наведеного в таблиці А.1.

4. Оформити звіт до практичної роботи, який повинен обов'язково містити: назву дисципліни, номер роботи, прізвище та ім'я студента, що її виконав, номер варіанту завдання, схеми кабелів з підписами до них, таблицю з'єднання Ethernet-пристроїв згідно варіанту.

Таблиця 1.5 – З'єднання Ethernet-пристроїв

	Пристрій 1	Пристрій 2	Пристрій 3	Пристрій 4	Пристрій 5
Пристрій 1	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю
Пристрій 2	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю
Пристрій 3	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю
Пристрій 4	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю
Пристрій 5	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю	тип кабелю

Контрольні запитання

1. Які середовища передачі даних використовуються для мереж Ethernet?
2. Які фізичні роз'єми використовуються для витої пари?
3. Які фізичні роз'єми використовуються для волоконно-оптичного кабелю?
4. Призначення та основні характеристики мережевих адаптерів.
5. Мережеві інтерфейси.
6. Поняття MDI/MDIX та призначення функції Auto-MDI.
7. Для чого призначені різні схеми з'єднання пристроїв?