



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

5169 Методичні вказівки
щодо виконання лабораторних робіт
із дисципліни «**Комп'ютерні мережі**»
для студентів спеціальності 171 «*Електроніка*»
всіх форм навчання

Суми
Сумський державний університет
2022

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт із дисципліни «Комп'ютерні мережі» / укладачі: О. В. Д'яченко, Т. О. Протасова, О. В. Бережна. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 21 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Лабораторна робота 1
**«Мережеві пристрої та засоби
телекомунікаційних мереж»**

1 Теоретична частина

Сьогодні мережі та інтернет розкривають безліч можливостей для взаємодії. Люди можуть миттєво зв'язуватися з іншими людьми, спілкуватися та ділитися ідеями для взаємодії і втілення їхніх ідей у реальність. Будь-яка інформація може бути знайдена, а новини розповсюджуються всім світом за лічені секунди. Мережі вплинули і на навчання. З їхньою допомогою можна надавати навчальні матеріали в будь-яких форматах, зокрема інтерактивні заняття, тренажери, контрольні роботи та дистанційні заняття. Широке поширення інтернету в індустрії розваг розширює можливості отримання різних форм відпочинку незалежно від їхнього місця розташування (прослуховування записів виконавців, перегляд фільмів, читання книг, завантаження матеріалів для подальшої роботи, спортивні події та концерти можна дивитися в реальному часі; онлайн-ігри з гравцями з різних країн і континентів). Тому, якщо людина хоче бути частиною глобального інтернет-товариства, її комп'ютер, ноутбук, планшет чи навіть смартфон повинні бути під'єднані до мережі, а ця мережа повинна бути під'єднана до інтернету.

Існують мережі будь-якого розміру: від простих мереж, що складаються із двох комп'ютерів, до систем, що з'єднують мільйони пристроїв. Але, незалежно від розміру, усі вони складаються із загальних компонентів і мають схожі принципи роботи.

Усі комп'ютери, що під'єднані до мережі і безпосередньо беруть участь в обміні даними, називаються вузлами, або кінцевими пристроями. Вузли можуть приймати і відправляти повідомлення мережею. Водночас у сучасних мережах комп'ютерні вузли можуть працювати або як клієнт, або сервер, або як те і інше. Роль комп'ютера в мережі визначена програмним забезпеченням.

Сервери — це вузли зі встановленим програмним забезпеченням (ПЗ), що дозволяє надавати іншим мережевим вузлам ін-

формацію. Наприклад, для роботи веб-служб у мережі на вузлі повинно бути встановлено ПЗ веб-сервера.

Клієнти — це комп'ютерні вузли зі встановленим програмним забезпеченням, що дозволяє запитувати і відображати користувачу отриману із сервера інформацію. Прикладом клієнтського програмного забезпечення є веб-браузер, наприклад, Google Chrome.

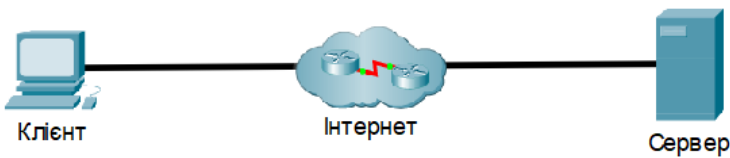


Рисунок 1 – Клієнти та Сервери

Зазвичай клієнтське і серверне програмне забезпечення запускають на різних комп'ютерах, але таку функцію може виконувати і один комп'ютер. У невеликих мережах багато комп'ютерів працюють і як сервери, і як клієнти. Такі мережі називаються одноранговими.

Інфраструктура мережі — це платформа, що підтримує конкретну мережу. Вона виконує роль стабільного і надійного каналу для передавання даних. Інфраструктура мережі містить в собі три категорії компонентів мережі:

- пристрої;
- середовище;
- сервіси / процеси

Пристрої і середовище — це фізичні елементи або обладнання мережі. Обладнання є видимою частиною мережевої інфраструктури – ПК, ноутбук, комутатор, маршрутизатор, точка бездротового доступу або кабелі, які використовують для з'єднання пристроїв. Однак деякі компоненти є невидимими. У разі бездротових мереж повідомлення передають за допомогою радіочастотного або інфрачервоного випромінювання.

Компоненти мережі використовують для надання сервісів і процесів.

Мережевий сервіс надає дані у відповідь на запит.

Процеси забезпечують функціональність, яка спрямовує і переміщує повідомлення в мережі. Процеси менш очевидні для користувачів, але критично важливі для роботи мереж.

Мережеві пристрої, з якими користувачі найбільше знайомі, є кінцевими пристроями. Кінцеві пристрої, або вузли – це пристрої, що утворюють інтерфейс між користувачами і телекомунікаційною мережею, яка надає зв'язок. До них належать: комп'ютери (робочі станції, ноутбуки, файлові сервери, веб-сервери); мережеві принтери; VoIP-телефони; камери відеоспостереження; пересувні кишенькові пристрої (смартфони, планшети) тощо. Приклади кінцевих пристроїв наведено на рисунку 2.

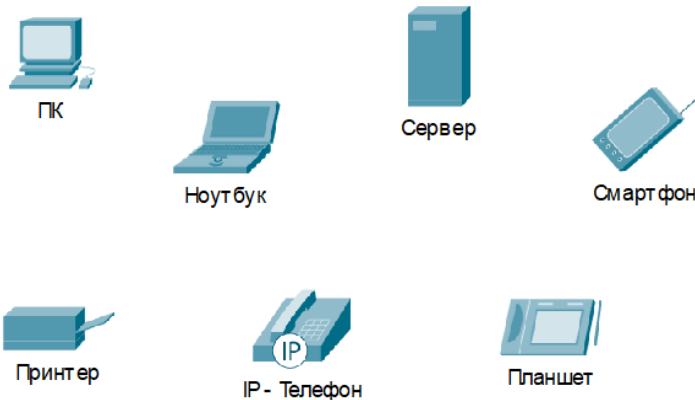






Рисунок 2 – Приклади кінцевих пристроїв

Щоб відрізнити один кінцевий пристрій від іншого, кожен із них у мережі має адресу. Коли кінцевий пристрій ініціює зв'язок, він використовує адресу кінцевого пристрою (вузла призначення), щоб визначити, куди повинно бути направлено повідомлення. Вузол є або джерелом, або адресатом повідомлення, переданого мережею.

Проміжні пристрої служать для з'єднання кінцевих пристроїв, з'єднують окремі вузли з мережею і можуть поєднувати кілька окремих мереж для створення об'єднаної мережі. До них відносять: пристрої доступу до мережі (комутатори і точки бездротового доступу); пристрої мережевої взаємодії (маршрутизатори); пристрої безпеки (апаратні міжмережеві екрани). Приклади поширених проміжних пристроїв наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Приклади поширених проміжних пристроїв

Графічне зображення	Короткий опис
	<p>Мережевий комутатор, або світч (англ. switch) – пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів телекомунікаційної мережі в межах одного сегмента</p>
	<p>Маршрутизатор, або роутер (англ. router) – електронний пристрій, що використовують для поєднання двох або більше мереж, який керує процесом маршрутизації між різними сегментами мережі</p>
	<p>Бездротова точка доступу (англ. Wireless Access Point) – центральний пристрій бездротової мережі, яку використовують для з'єднання між бездротовими клієнтами, а також для з'єднання дротового і бездротового сегментів</p>
	<p>Мережевий брандмауер (англ. firewall) - це мережева система безпеки, яка контролює та фільтрує вхідний і вихідний мережевий трафік між двома або більше мережами на основі заздалегідь визначених правил безпеки</p>

До функцій проміжних пристроїв належить управління даними в процесі їхнього проходження через мережу. Для визначення способу передання повідомлення проміжні пристрої вико-

ристовують адресу кінцевого пристрою призначення в поєднанні з інформацією про зв'язки в мережі.

Процеси, запущені на проміжних мережевих пристроях, виконують такі функції:

- регенерація і ретрансляція сигналів передання даних;
- підтримання інформації про те, які способи передання інформації існують у мережі і між мережами;
- сповіщення інших пристроїв про помилки і збої зв'язку;
- передання даних через альтернативний маршрут передання в разі виходу каналу з ладу;
- класифікація і передача повідомлень відповідно до пріоритетів якості обслуговування (QoS);
- дозвіл або заборона потоку даних на підставі налаштувань безпеки.

Для здійснення комунікації між кінцевими та/або проміжними пристроями в мережі використовують середовище передання даних. Середовище надає канал, за яким повідомлення передається від джерела до адресата.

У сучасних мережах використовують переважно три типи середовищ, що зв'язують пристрої і забезпечують шлях, яким передають дані. Як подано на рисунках 3-5, до таких типів середовищ належать:

- мідний кабель;
- волоконно-оптичний кабель;
- бездротові лінії зв'язку.

Кодування сигналу, що необхідно для передання залежно від типу середовища, здійснюється по-різному. У металевих дротах дані кодуються у вигляді електричних імпульсів, що відповідають певним шаблоном. Передання в оптоволоконних мережах відбувається у вигляді імпульсів світла, у діапазоні інфрачервоного випромінювання або видимого світла. За бездротового передання для опису різних значень бітів використовують шаблони електромагнітного випромінювання.



Рисунок 3 – Приклад мідного кабелю (вита пара) та роз'єм під'єднання RJ-45 (8P8C)



Рисунок 4 – Приклад волоконно-оптичного кабелю (зліва – одномодовий, праворуч – багатомодовий) і роз'єми під'єднання різного типу



Рисунок 5 – Пристрої, що використовують бездротові лінії зв'язку

Різні типи середовищ передавання даних відрізняються характерними функціями і перевагами, можуть мати різні характеристики і виконувати різні завдання. Критерії вибору мережевого середовища:

- відстань, на яку фізичне середовище здатне передати сигнал;
- умови встановлення середовища передавання даних;
- обсяг даних і швидкість передавання фізичного середовища;
- вартість засобів передавання даних і їхнє встановлення.

Важливі терміни, які необхідно запам'ятати:

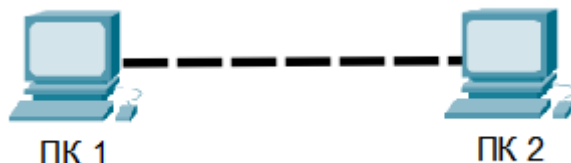
Мережева інтерфейсна плата (NIC) – адаптер локальної мережі (LAN), який забезпечує фізичне під'єднання до мережі на настільному комп'ютері або іншому пристрої. Середовище, що з'єднує комп'ютер із мережевим пристроєм, під'єднується безпосередньо до мережевої плати.

Фізичний порт – роз'єм або мережева розетка на мережевому пристрої, через який середовище передавання під'єднано до комп'ютера або іншого мережевого пристрою.

Інтерфейс – спеціалізовані порти на мережевому пристрої, які під'єднуються до окремих мереж. Оскільки маршрутизатори використовують для зв'язування різних мереж, їхні порти називають мережевими інтерфейсами.

2 Практична частина Виготовлення кабелю Ethernet

Топологія



Таблиця адресації

Пристрій	Порт	IP-адреса	Маска підмережі
ПК 1	NIC	192.168.1.10	255.255.255.0
ПК 2	NIC	192.168.1.20	255.255.255.0

Завдання: у цій лабораторній роботі потрібно власноруч виготовити кабель Ethernet. Для цього, використовуючи мідний кабель вита пара, провести його термінування роз'ємом RJ-45 (8P8C), протестувати його за допомогою мережевого тестера та перевірити з'єднання між двома ПК за допомогою нього, застосувавши команду *ping*.

План роботи

1. Аналіз стандартів і схем під'єднання контактів кабелів Ethernet.
2. Виготовлення кабелю Ethernet.
3. Тестування кабелю Ethernet

Необхідні ресурси

1. Один відрізок мідного кабелю щонайменше категорії 5. Довжина кабелю повинна бути 0,6-0,9 м.
2. Два роз'єми RJ-45.
3. Обжимний інструмент RJ-45.
4. Інструмент для зняття ізоляції.
5. Тестер кабелів Ethernet.

6. 2 ПК (ОС Windows).

Виконання роботи

2.1 Аналіз стандартів і схем під'єднання контактів кабелів Ethernet

Стандарти ТІА / ЕІА визначають правила використання неекранованих витих пар (UTP) у телекомунікаційних мережах. ТІА / ЕІА 568-А і 568-В – це комерційні кабельні стандарти для локальних мереж. Їх широко застосовують у локальних мережах організацій і, крім іншого, визначають колір кожного кабелю для різних контактів.

У прямому кабелі (Straight-Through) пари роз'єму RJ-45 на одному кінці кабелю відповідають тим самим контактам на іншому кінці. У кросовому(перехресному) кабелі (Cross-Over) друга і третя пари роз'єму RJ-45 на одному кінці кабелю перевернуті на іншому кінці, так що пари відправки і прийому міняються місцями. На одному кінці кабелю використовують схему під'єднання контактів за стандартом 568-А, а на іншому – за стандартом 568-В. Кросові кабелі зазвичай використовують для під'єднання концентраторів до концентраторів або комутаторів до комутаторів, але можуть застосовувати і для створення простої мережі із двох вузлів, з'єднаних безпосередньо.

Примітка. Оскільки сучасні мережеві пристрої мають автоматичну функцію Auto-MDIX (інтерфейс, що залежить від середовища передання з перехресним з'єднанням), прямий кабель можна використовувати навіть для під'єднання пристроїв одного типу. У разі використання функції Auto-MDIX комутатор визначає необхідний тип кабелю для мідних під'єднань Ethernet і відповідно налаштовує інтерфейси. Функція автоматичного визначення швидкості передання даних також вирівнює швидкість інтерфейсів за найповільнішим. Наприклад, у разі під'єднання інтерфейсу маршрутизатора Gigabit Ethernet (1 000 Мбіт/с) до інтерфейсу комутатора Fast Ethernet (100 Мбіт/с) з'єднання використовуватиме Fast Ethernet.

2.2 Проаналізуйте схеми і таблиці для кабелю Ethernet стандарту TIA / EIA 568-A

Наведена нижче таблиця 2 демонструє схему кольорів і під'єднання контактів, а також роботу чотирьох пар проводів, передбачених стандартом 568-A.

Таблиця 2 – 10/100/1000Base-TX Ethernet за стандартом 568-A

Номер контакту	Номер пари	Колір проводу	Сигнали 10Base-T 100Base-TX	Сигнал 1000Base-T
1	2	Білий / Зелений	передача	BI_DA +
2	2	Зелений	передача	BI_DA -
3	3	Білий / Помаранчевий	прийм	BI_DB +
4	1	Синій	–	BI_DC +
5	1	Білий / Синій	–	BI_DC -
6	3	Помаранчевий	прийм	BI_DB -
7	4	Білий / Коричневий	–	BI_DD +
8	4	Коричневий	–	BI_DD -

На наведених рисунках 6-7 подано, як кольори і схема під'єднання контактів співвідносяться з роз'ємом RJ-45 за стандартом 568-A.

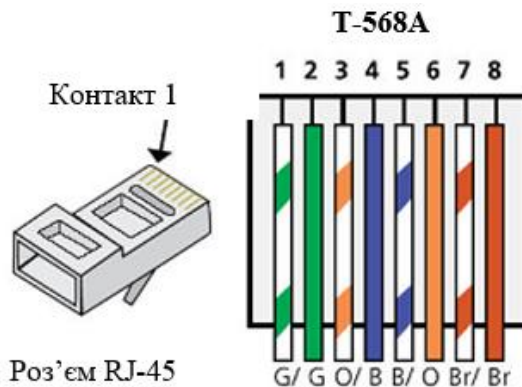


Рисунок 6 – Відношення кольорів провідників до номера контактів роз'єму RJ-45 за стандартом 568-A

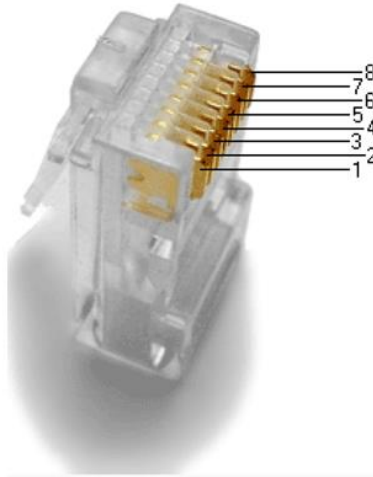


Рисунок 7 – Нумерація контактів роз'єму RJ-45

2.3 Проаналізуйте схеми і таблиці для кабелю Ethernet стандарту TIA / EIA 568-B

Наведена нижче таблиця 3 демонструє схему кольорів і під'єднання контактів, а також роботу чотирьох пар проводів, передбачених стандартом 568-B.

Таблиця 3 – 10/100/1000Base-TX Ethernet за стандартом 568-B

Номер контакту	Номер пари	Колір проводу	Сигнали 10Base-T 100Base-TX	Сигнал 1000Base-T
1	2	Білий / Помаранчевий	передання	BI_DA +
2	2	Помаранчевий	передання	BI_DA-
3	3	Білий / Зелений	прийом	BI_DB +
4	1	Синій	–	BI_DC +
5	1	Білий / Синій	–	BI_DC-
6	3	Зелений	прийом	BI_DB-
7	4	Білий / Коричневий	–	BI_DD +
8	4	Коричневий	–	BI_DD-

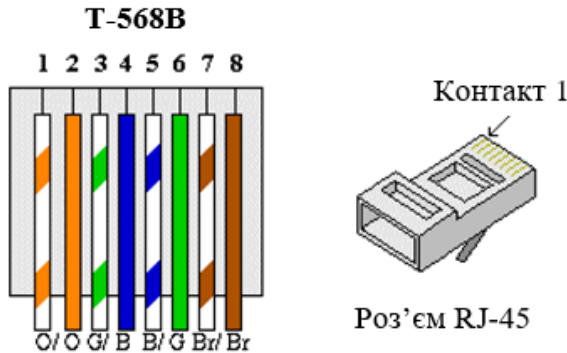


Рисунок 8 – Відношення кольорів провідників до номера контактів роз'єму RJ-45 за стандартом 568-B

Примітка. У локальних мережах на основі стандарту 100Base-T (100 Мбіт/с) використовують тільки дві пари з чотирьох. У мережах із більшою швидкістю використовують усі чотири пари проводів.

3 Виготовлення кросового кабелю Ethernet

Необхідно звернути увагу, що у кросового кабелю друга і третя пари проводів у роз'ємі RJ-45 з одного з боків йдуть у звичайному порядку (використовують схему під'єднання контактів за стандартом 568-A), а на іншому кінці кабелю міняються місцями (за стандартом 568-B). Рисунок 9 ілюструє даний принцип.

3.1 Термінування кабелю роз'ємом RJ-45 за стандартом TIA / EIA 568-A

1. Необхідно визначити необхідну довжину кабелю. (Викладач підкаже, якої довжини кабель потрібно зробити).
2. Потрібно відрізати кабель потрібної довжини і за допомогою інструменту для зняття ізоляції очистити від зовнішнього шару обидва кінці кабелю на 4 см.

Примітка. Якщо виготовляєте кабель для використання в реальному робочому середовищі, рекомендовано зробити його довшим приблизно на 30 см.

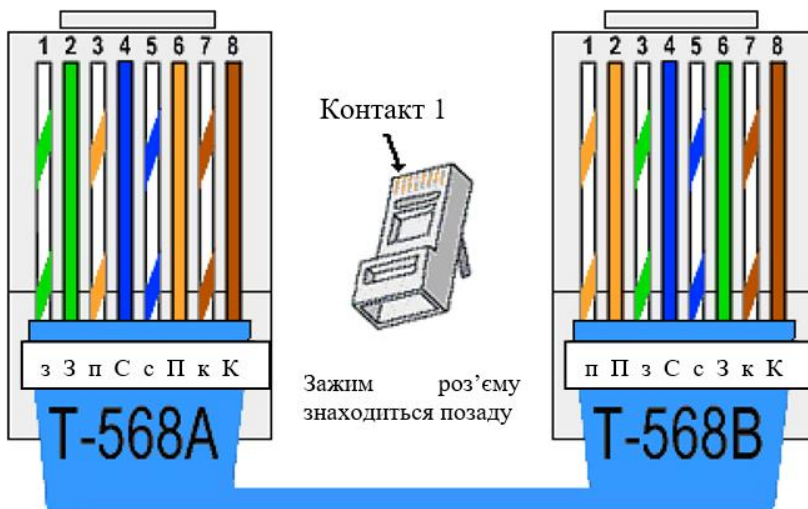


Рисунок 9 – Схематичне зображення перехресного кабелю Ethernet

3. У місці зрізання зовнішнього шару потрібно щільно стиснути всі чотири пари кручених проводів, поміняти їх пари місцями в порядку, відповідному стандарту під'єднання 568-А. За необхідності необхідно звернутися до рисунків. Потрібно якомога менше розплітати проводи в кабелі, оскільки їхнє переплетення збільшує рівень захисту від перешкод.

4. Великим і вказівним пальцями потрібно стиснути, випрямити і вирівняти проводи.

5. Необхідно переконатися в тому, що проводи кабелю розташовані в правильному порядку, відповідному стандарту 568-А. За допомогою бокорізів обріжте чотири пари в пряму лінію на 1 см.

6. На кінці кабелю потрібно встановити роз'єм RJ-45, виступ якого на зворотному боці повинен бути спрямований вниз, щільно вставити проводи в роз'єм RJ-45. Усі проводи повинно бути видно в кінці роз'єму на відповідних місцях. Якщо дроти не досягають кінця роз'єму, необхідно витягнути кабель, розташувати проводи відповідно і вставити їх назад у роз'єм RJ-45.

7. Якщо все зроблено правильно, потрібно вставити роз'єм RJ-45 із кабелем в обжимний інструмент, стиснути кабель в інструменті досить сильно так, щоб контакти на роз'ємі RJ-45 пройшли крізь ізоляцію проводів і досягли мідних жил. Приклад на наведеному нижче рисунку 10.

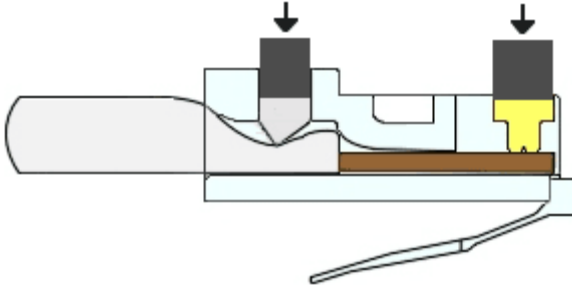


Рисунок 10 – Схематичне зображення процесу термінування кабелю Ethernet

3.2 Термінування кабелю роз'ємом RJ-45 за стандартом TIA / EIA 568-B

Необхідно повторити кроки 3-7, використовуючи схему кольорів проводів 568-B, для іншого кінця кабелю.

4 Тестування виготовленого кабелю Ethernet

4.1 Тестування кабелю за допомогою тестера кабелів Ethernet

Більшість мережевих тестерів перевіряють довжину і розташування проводів. Якщо кабельний тестер має функцію перевірки розташування проводів, він перевіряє, до яких контактів на одному кінці кабелю під'єднані контакти на іншому його кінці.

Необхідно під'єднати обидва кінці виготовленого кабелю до відповідних роз'ємів кабельного тестера. Необхідно перевірити працездатність кабелю, прослідкувати за послідовністю роботи контактів відповідно до стандарту, за яким виготовлено кабель.

Якщо кабель не пройшов перевірку, необхідно перевірити схему кольорів на кабелі та за необхідності зробити повторне термінування відповідної сторони кабелю і знову протестувати кабель.

4.2 З'єднання двох ПК за допомогою мережевих плат і виготовленого кабелю Ethernet

Разом із партнером з лабораторної роботи потрібно налаштувати свій ПК з одною із IP-адресою, вказаною в таблиці адресації. Наприклад, якщо працюєте на ПК 1, потрібно вказати IP-адресу 192.168.1.10 із 24-розрядною маскою підмережі. IP-адреса партнера – 192.168.1.20. Адресу шлюзу можна залишити порожньою.

Використовуючи виготовлений вами кабель, з'єднайте два ПК через мережеві плати.

У командному рядку ПК 1 виконати команду *ping*, вказавши IP-адресу ПК 2.

Примітка. Для виконання команди *ping* може знадобитися тимчасово від'єднати брандмауер Windows. У цьому разі знову потрібно ввімкнути міжмережевий екран після закінчення лабораторної роботи.

Повторити процедуру на ПК 2 і виконати команду *ping*, вказавши адресу ПК 1.

Якщо проблем із IP-адресацією і брандмауером Windows немає, за правильного під'єднання кабелів команда *ping* буде виконана успішно.

Увага! Обов'язково необхідно повернути мережеве налаштування комп'ютера в початковий стан:

1. Властивості IP версії 4 мережевого адаптера необхідно змінити на «*Отримувати IP-адресу автоматично*».

2. Потрібно повернути під'єднання комп'ютера до локальної мережі та інтернету, підключивши мережеву карту ПК відповідним кабелем Ethernet.

ПИТАННЯ ДЛЯ ПОВТОРЕННЯ

1. Які пристрої і засоби використовують у домашній мережі?

2. Функції пристроїв і засобів, що використовують у домашній мережі.

3 У табличній формі потрібно навести коротку інформацію щодо різновидів мідних кабелів відповідно до категорій і їх відмінностей.

4. Необхідно заповнити таблицю стандартів передання даних.

Назва	IEEE стандарт	Полоса пропускання	Тип кабелю	Максимальна довжина
10BASE-T				
100BASE-T				
1000BASE-T				
10GBASE-T				
1000BASE-LX				
10GBASE-SR				
10GBASE-LR				
10GBASE-ER				

5. Чому необхідно міняти місцями пари проводів у перехресних кабелях?

6. Які пари проводів (номери) використовують для передавання та прийому даних у технології FastEthernet:

- комп'ютером;
- комутатором;
- маршрутизатором;
- апаратним брандмауером.

7. Яка частина процесу виготовлення кабелів виявилася найбільш складною?

8. Навіщо вчитися самостійно виготовляти кабелі, якщо простіше купити готові?

Звіт

Потрібно скласти звіт до лабораторної роботи. У звіті необхідно навести таке:

- назва та мета лабораторної роботи;
- топологія мережі;
- таблиця адресації;
- відповіді на «питання для повторення»;
- додати результати тестування за допомогою команди *ping*;
- пояснення отриманих результатів і висновки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Cisco Networking Academy. Матеріали курсу CCNA Introduction to Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.netacad.com/>.

2. Організація комп'ютерних мереж, підручник: для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 122 "Комп'ютерні науки" / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.А. Тарнавський, І.М. Кузьменко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 259 с.

3. Лосев Ю. І. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник / Ю.І. Лосев, К.М. Руккас, С.І. Шматков. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 248 с.

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки
щодо виконання лабораторних робіт
із дисципліни «**Комп'ютерні мережі**»
для студентів спеціальності 171 «*Електроніка*»
всіх форм навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк
Редактор І.О. Кругляк
Комп'ютерне верстання О. В. Д'яченка

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 1,16. Обл.-вид.арк. 1,24.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Р.-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.