

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра транспортного зв'язку

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ МОНТАЖУ
СИМЕТРИЧНИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з дисциплін

***«НАПРЯМНІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»,
«НАПРЯМНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ОПТИЧНОГО
ЗВ'ЯЗКУ», «ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАПРЯМНИХ СИСТЕМ»,
«КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ ТА СИСТЕМИ»,
«ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ ТА АВТОМАТИКИ»***

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до

друку на засіданні кафедри транспортного зв'язку 12 березня 2019 р., протокол № 7.

Навчальний матеріал, представлений у даних методичних вказівках, входить до відповідних розділів навчальних дисциплін «Напрявні системи телекомунікацій», «Напрявні системи електричного та оптичного зв'язку», «Основи теорії напрямних систем», «Кабельні лінії та системи», «Лінії зв'язку та автоматики», що викладаються на кафедрі транспортного зв'язку Українського державного університету залізничного транспорту.

Методичні вказівки також можуть бути використані під час самостійної підготовки, при виконанні курсового та дипломного проектування, а також при викладанні певних розділів інших дисциплін відповідно до навчальних програм.

Рекомендуються для студентів, які навчаються за денною, вечірньою, заочною (дистанційною) і поєднаними формами навчання.

Укладачі:

доц. М. А. Штомпель,
старш. викл. С. В. Індик

Рецензент

проф. В. І. Мойсеєнко

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ МОНТАЖУ СИМЕТРИЧНИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять з дисциплін:

*«НАПРЯВНІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»,
«НАПРЯВНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ОПТИЧНОГО
ЗВ'ЯЗКУ», «ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАПРЯМНИХ СИСТЕМ»,
«КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ ТА СИСТЕМИ»,
«ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ ТА АВТОМАТИКИ»*

Відповідальний за випуск Індик С. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 28.03.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Конструкція та маркування симетричних електричних телекомунікаційних кабелів.....	4
2 Інформаційні рознімачі.....	8
3 Побудова фізичних мереж Ethernet на основі кабелів UTP.....	11
4 Схеми розташування контактів кабелю.....	15
5 Основні етапи створення прямого і перехресного кабелів.....	20
Список літератури.....	21
Додаток А	22

ВСТУП

Симетричні кабелі на сьогодні користуються великим попитом завдяки їхній універсальності і високій ефективності. Основна сфера їх використання – забезпечення мережевих підключень і телекомунікаційних з'єднань. Витопарні кабелі розраховані на роботу з трафіком даних на швидкостях до 1 Гбіт/с включно залежно від мережевого стандарту. Серед переваг таких кабелів слід виділити компактність конструкції, гнучкість, простоту монтажних робіт і невелику вартість. Як наслідок, витопарні кабелі є високоефективним засобом передачі даних між мережевими інтерфейсами користувачів.

1 КОНСТРУКЦІЯ ТА МАРКУВАННЯ СИМЕТРИЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КАБЕЛІВ

Конструкція кабелів для структурованих кабельних систем (СКС) може бути доволі різною. Основним елементом є вита пара (англ. Twisted pair, TP). Іноді використовується не пара, а четвірка дротів (англ. quad), а в чотирипарному кабелі – дві четвірки (англ. dual quad). Кожна пара може мати індивідуальний екран, тоді вона називається екранована вита пара ЕВП (англ. shielded twisted pair, STP) (рисунок 1), або не мати, тоді це – неекранована вита пара (НВП) (англ. unshielded twisted pair, UTP) (рисунок 2).

У чотирипарному кабелі на основі НВП пари можуть мати загальний екран з фольги, тоді така конструкція називається «фольгованою» витою парою (англ. screened twisted pair, ScTP, або foiled twisted pair, FTP). Якщо пара має індивідуальний екран, а також загальний екран або обплетення (англ. braid), тоді таку конструкцію називають screened shielded twisted pair або ScSTP.

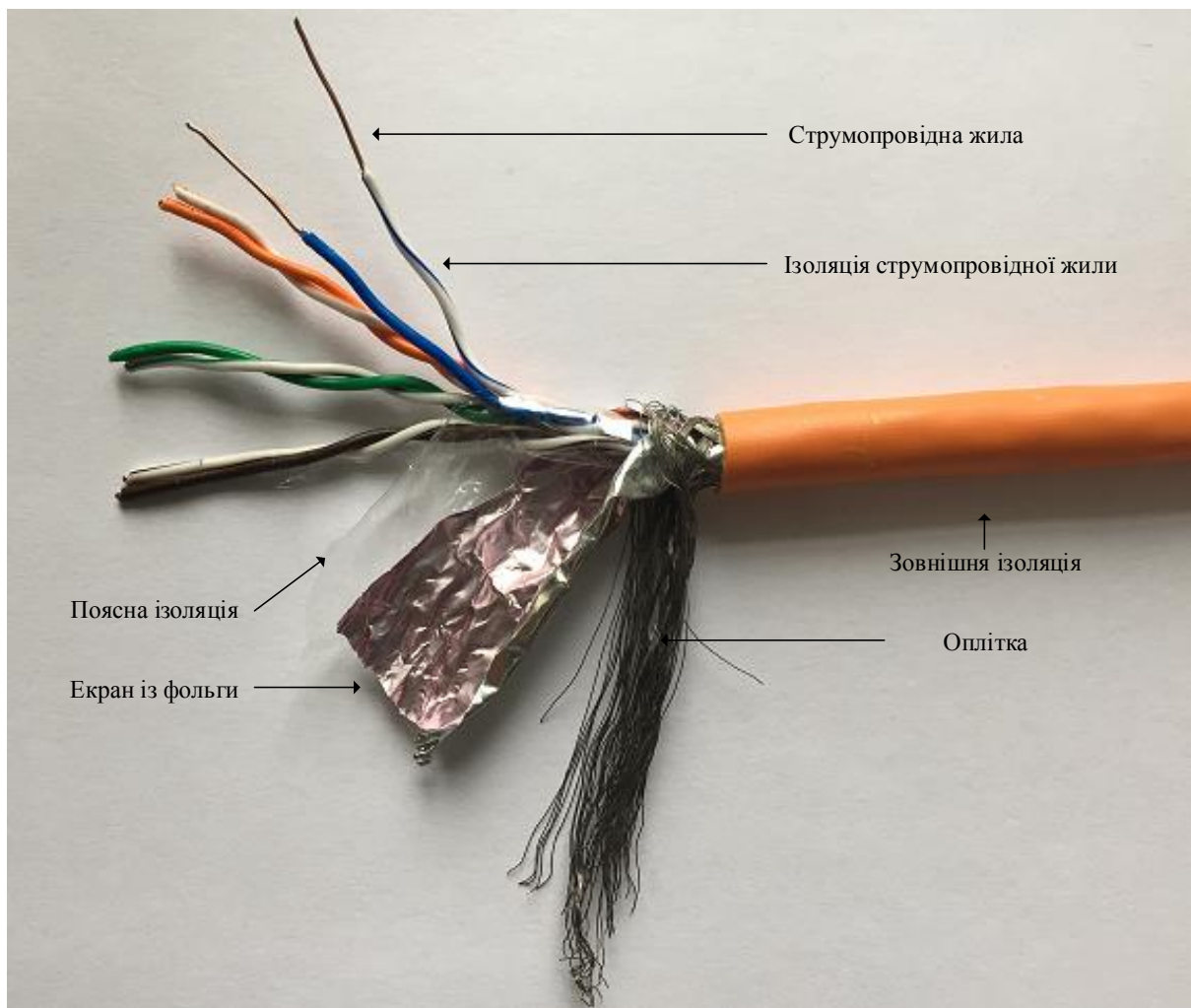


Рисунок 1 – Конструкція екранованого витопарного кабелю

До недавнього часу загальні правила визначення конструкцій кабелів були відсутні. Кожен виробник використовував зручний йому акронім, наприклад F2TP, де цифра 2 означає 2 шари фольги. У каталогах європейських виробників кабелів можна зустріти ще два акроніми: PiMF (англ. pairs in metal foil), ViMF (нім. Vier, четвірка). Вони відповідно означають ЕВП і екрановану четвірку.

У зв'язку з цим міжнародний стандарт ISO/IEC 11801:2002(E) в інформативному спеціальному додатку E запропонував такий формат побудови акронімів для конструкцій симетричних кабелів – XX/XXX.

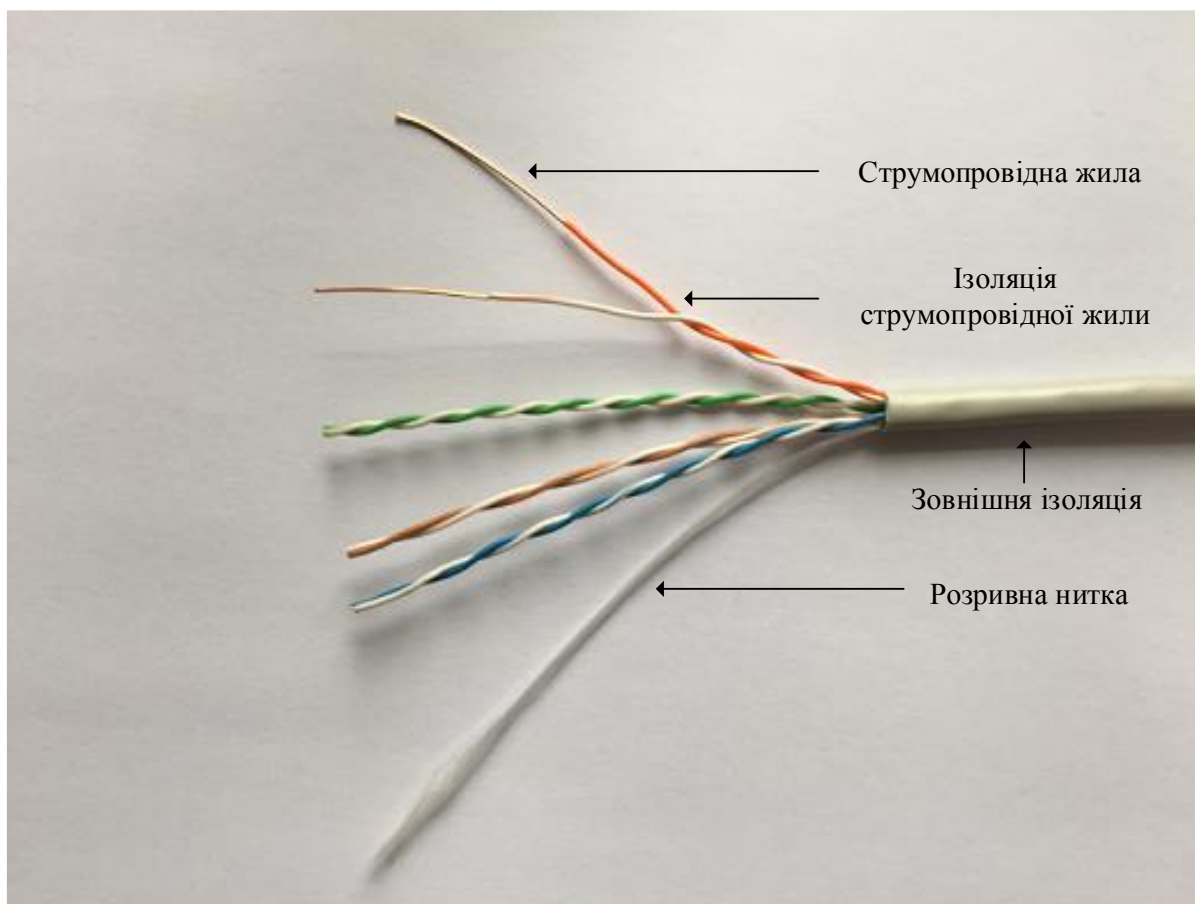


Рисунок 2 – Конструкція неекранованого витопарного кабелю

У цьому форматі два перших знакомісця – це два шари зовнішніх екранів кабелю: F – фольга (англ. foil), S – обплетення (англ. braid screen), U – екран відсутній і перше знакомісце – це перший ззовні екран. Три знакомісця після дефісу – це:

- перше – вид екрана кабельного елемента: U – без екрана (англ. unshielded), F – екран з фольги (англ. foil shielded);
- два наступні – вид симетричного кабельного елемента: TP – вита пара (англ. twisted pair), TQ – вита четвірка (англ. twisted quad).

При такій побудові акроніма конструкція кабелю легко ідентифікується. Наприклад SF/UTP – це кабель, у якому виті пари не мають індивідуальних екранів, а сам кабель має два екрани: спочатку пари поміщені в загальний екран з фольги, а поверх нього накладено обплетення. Або кабель, який вже згадувався вище, F2TP відповідно до стандарту повинен маркуватися як FF/UTP – така конструкція вельми зрозуміла.

У подальшому викладенні будемо слідувати цим рекомендаціям стандарту ISO/IEC 11801:2002(E).

Діаметр мідних жил у кабелях вимірюється в американських калібрах, AWG (англ. American Wire Gauge), при цьому чим більше цифра калібру, тим тонше провідник. В СКС відповідно до стандарту ISO/IEC 11801:2002(E) дозволяється використовувати провідники з діаметрами від 0,4 до 0,8 мм, які приблизно відповідають діапазону калібрів AWG від 26 до 20. При виборі кабелів для СКС необхідно враховувати, що більшість з'єднувальних пристроїв, які використовуються для з'єднання провідників, розраховані на діапазон калібрів 22, 23, 24, 25, 26 AWG (відповідно 0,643; 0,574; 0,511; 0,455; 0,404 мм) з номінальним значенням 24 AWG (0,511 мм). Співвідношення діаметрів у калібрах AWG (від 10 до 40) і міліметрах наведено в додатку А.

Написи на зовнішній оболонці кабелю повинні бути завжди присутніми, що дозволяє визначити його основні дані. Вони наносяться через кожні два фути або один метр довжини. Як правило, напис містить (зліва направо) таку інформацію (рисунок 3):

- торгова марка СКС;
- назва фірми – виробника;
- номер специфікації даного кабелю за номенклатурою виробника;
- діаметр мідної жили (обов'язково і, як правило, у калібрах AWG);
- посилання на стандарти, яким відповідає кабель, і фірми, які проводили його тестування;
- категорія (обов'язково);
- відомості про конструкцію (STP, FTP і т. п.);
- футова або метрова мітка довжини (сама цифра нічого не означає, окрім довжини відносно такої самої мітки, розміщеної на другому кінці кабелю на його початку і вказаної на коробці або барабані. Довжина кабелю визначається різницею цих двох цифр).

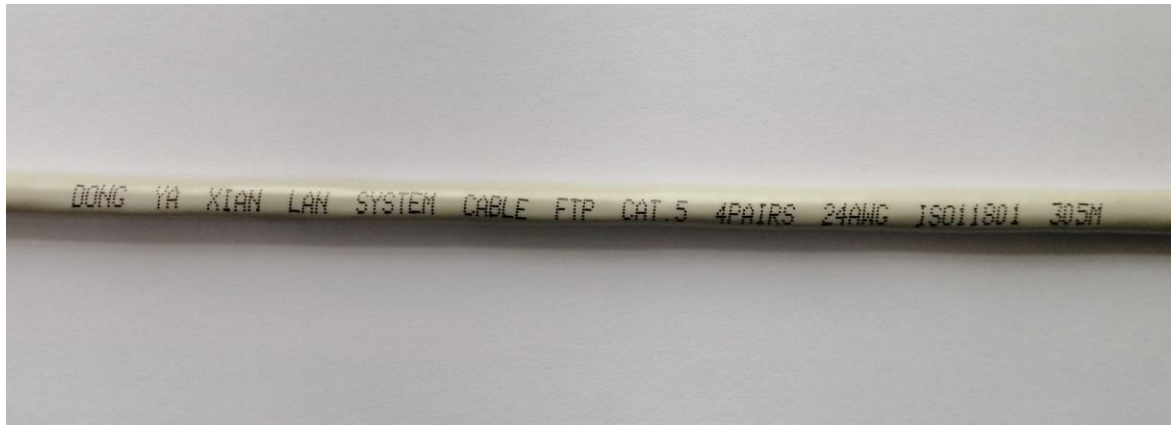


Рисунок 3 – Приклад напису на зовнішній оболонці кабелю

Єдиних правил, які регламентують склад таких написів, не існує. Крім того, нема можливості в такому написі повідомити всі необхідні дані. У зв'язку з цим при виборі кабелю для СКС необхідно спиратися тільки на повну специфікацію конкретного кабелю.

2 ІНФОРМАЦІЙНІ РОЗНІМАЧІ

Під інформаційним рознімачем або з'єднувачем мається на увазі пристрій, призначений для рознімного електричного з'єднання провідників, які з'єднують кабелі. Вони складаються з двох частин, кожна з яких називається конектор (англ. connector), до контактів якого приєднуються провідники кабелю. Як правило, в електричному інформаційному рознімачі ці два конектори конструктивно відрізняються: один відіграє роль вилки (англ. plug або male connector), другий – гнізда (англ. socket або female connector). Іноді зустрічаються електричні з'єднувачі, у яких конектори ідентичні, а сама конструкція така, що з ним можна зістикувати такий самий конектор. Однак їх використання в СКС заборонено стандартами. У той самий час у волоконно-оптичних СКС переважно саме таким способом з'єднують оптоволокно.

В електричних СКС використовують два види інформаційних рознімачів: модульні рознімачі і рознімачі, що застосовують у кросових блоках.

Модульні складаються з модульної вилки (англ. modular plug) і модульного гнізда (англ. modular jack). Вилка кріпиться безпосередньо на кабелі, а гніздо – на комутаційній панелі або платі розетки. Доречно, термін, що використовується для гнізда – «модуль розетки», – некоректний, оскільки таке саме гніздо може використовуватись не тільки в розетці, а й в патч-панелі. Коли йдеться про «інформаційну розетку» (англ. telecommunication outlet), то мають на увазі розетку будь-якої конструкції, у якій закріплено гніздо модульного рознімача, або адаптер для з'єднання конекторів (як у волоконно-оптичних системах).

Рознімачі, що використовуються в кросових блоках, складаються з вилки і елемента, у який вставляється вилка. Цей елемент мало схожий на гніздо в загальноприйнятому розумінні, конструкції кросових блоків і лез контактів IDC в них різні, але, як правило, вилка вставляється в з'єднувальний блок (англ. connection block), з другого боку якого до контактів IDC приєднані провідники другого кабелю.

Якими б різними конструкції інформаційних рознімачів не були, у них завжди використовується технологія IDC.

В СКС у горизонтальній підсистемі на робочому місці відповідно до стандарту ISO/IEC 11801:2002(E) маємо право використовувати тільки модульний восьмиконтактний інформаційний рознімач, причому виключно без «ключа». У розподільних пристроях можна використовувати і модульні рознімачі і рознімачі кросових блоків.

Групування пар провідників чотирипарного кабелю і схеми їх приєднання (T568A та T568B) до 8 контактів гнізда, що задано стандартом ISO/IEC 11801:2002(E), наведено на рисунках 4 та 5.

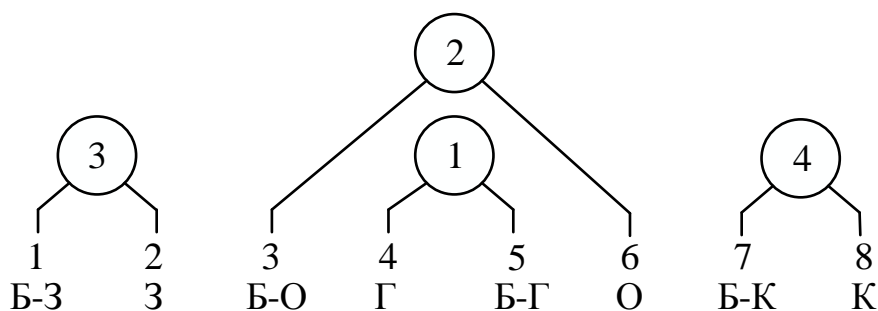


Рисунок 4 – Схема T568A приєднання провідників чотирипарного кабелю до контактів модульного восьмиконтактного гнізда інформаційного рознімача (цифрами позначено: 1-4 – номер пари, 1-8 – номер контакту; колір ізоляції: Б-З – біло-зелений; З – зелений; Б-О – біло-помаранчевий; Г – блакитний; Б-Г – біло-блакитний; О – помаранчевий; Б-К – біло-коричневий; К – коричневий)

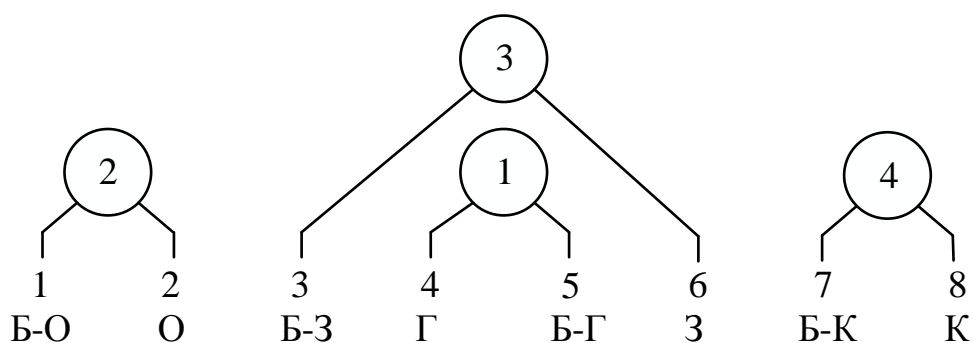


Рисунок 5 – Схема T568B приєднання провідників чотирипарного кабелю до контактів модульного восьмиконтактного гнізда інформаційного рознімача (цифрами позначено: 1-4 – номер пари, 1-8 – номер контакту; колір ізоляції: Б-З – біло-зелений; З – зелений; Б-О – біло-помаранчевий; Г – блакитний; Б-Г – біло-блакитний; О – помаранчевий; Б-К – біло-коричневий; К – коричневий)

Групування пар задано однозначно, а схема приєднання пар може бути будь-якою з наведених вище. Зміна порядку пар, якщо це необхідно, допускається тільки за допомогою зовнішніх відносно гнізда адаптерів, які не є компонентами СКС, а належать до інженерної системи, що підключається. Для класу F не обов'язково конфігурувати пари на контактах 3, 6 і 4, 5 як показано на рисунках 4 і 5. При термінуванні пар на рознімачі

стандарт потребує, щоб довжина розплетеної ділянки пари була мінімальною. У попередній редакції стандарту (від 1995 року) у лініях класу D допускалося розплітання пари на довжину 12,5 мм (0,5 дюйма). Крім того, вимагається, щоб була мінімальною довжина оголеної ділянки пар від краю зовнішньої оболонки кабелю до точки термінування пари. Такі вимоги необхідні для мінімізації впливу способу термінування на електромагнітні параметри тракту передачі сигналів.

3 ПОБУДОВА ФІЗИЧНИХ МЕРЕЖ ETHERNET НА ОСНОВІ КАБЕЛІВ UTP

Перед тим як по мережі Ethernet можна буде передавати фрейми Ethernet між пристроями користувачів, кожний вузол повинен бути готовим і здатним відправляти дані по конкретному фізичному каналу зв'язку. Доцільно буде розглянути деякі особливості передачі даних по каналах зв'язку Ethernet.

Розглянемо найбільш розповсюджені стандарти Ethernet: 10BASE-T (Ethernet), 100BASE-T (Fast Ethernet або FE), 1000BASE-T (Gigabit Ethernet або GE), а також подробиці передачі даних в обох напрямках по кабелю UTP і саму конструкцію кабелю.

Технологія Ethernet визначає спосіб використання двох дротів витої пари для створення одного електричного каналу зв'язку, як показано на рисунку 6. Замість всього кабелю на рисунку зображено два дроти, які з'єднують два вузли. Для протікання електричного струму потрібно створити замкнене коло, для цього використовуються контакти портів Ethernet для підключення дротів пари так, щоби замкнути коло і створити умови протікання струму.

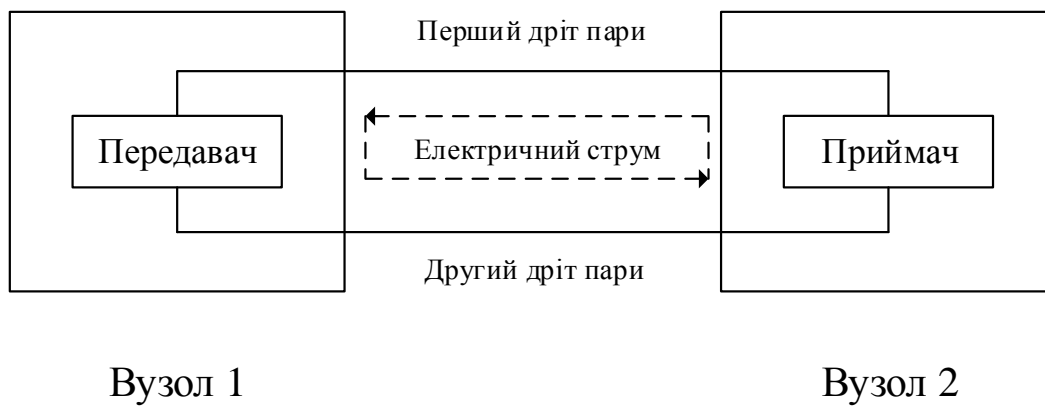


Рисунок 6 – Створення одного електричного каналу для передачі в одному напрямку по одній парі

Для передачі даних ці два пристрої повинні виконувати деякі правила – схему модуляції. Вузол, що веде передачу, змінює електричний сигнал відповідно до схеми модуляції, а вузол, що приймає, використовуючи ті самі правила, інтерпретує ці зміни як нулі і одиниці. Наприклад, канал 10BASE-T використовує схему модуляції, відповідно до якої двійковому нулю відповідає перехід від більш високої напруги до низької протягом приблизно $1/10\ 000\ 000$ с.

Зверніть увагу: у реальному кабелі UTP дроти будуть скручені разом, а не йти паралельно, як зображено на рисунку 6. Скручування допомагає вирішити деякі фізичні проблеми передачі. Коли електричний струм тече по будь-якому з дротів, він створює електромагнітні завади (англ. *Electromagnetic Interference, EMI*), які накладаються на електричні сигнали в суміжних дротах, включаючи дроти в тому самому кабелі. (Електромагнітні завади між дротами в одному кабелі виникають через перехресні завади (*crosstalk*).) Скручування пар провідників дозволяє компенсувати більшу частину електромагнітних завад, тому більшість мережевих кабелів, які використовують мідні дроти, містять виті пари.

Термін канал зв'язку Ethernet (англ. *Ethernet link*) належить до будь-якого фізичного кабелю між двома вузлами Ethernet. Щоб дізнатися як працює канал зв'язку Ethernet UTP, розділимо фізичний канал зв'язку на складові, як показано на рисунку 7: сам кабель, рознімачі на його кінцях і відповідні порти на пристроях, у які повинні бути вставлені рознімачі.

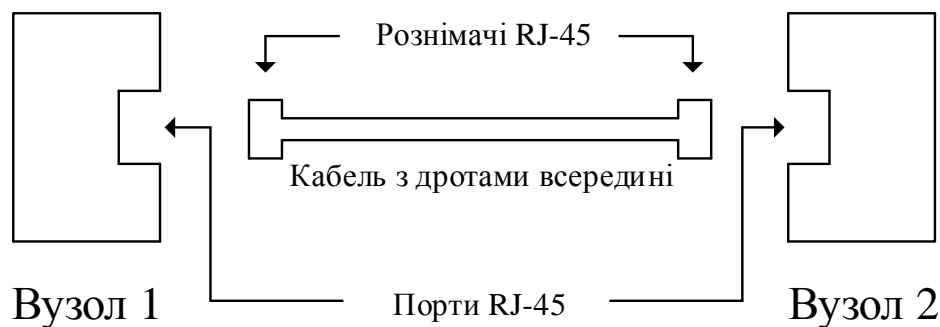


Рисунок 7 – Основні компоненти каналу зв'язку Ethernet

Спочатку розглянемо сам кабель UTP. Він містить кілька мідних дротів, попарно скручених у виті пари. Стандартам 10BASE-T і 100BASE-T достатньо двох пар дротів, а стандарт 1000BASE-T потребує чотири пари. Кожен дріт має пластикову оболонку відповідно до кольорового маркування за схемою. Наприклад, у синій парі дротів один дріт монотонно синього кольору, а другий з білими полосами.

Більшість кабелів UTP мають на обох кінцях рознімачі RJ-45. Рознімач RJ-45 має вісім фізичних контактів (англ. pin), або контактних майданчиків (англ. pin position), до яких можуть бути приєднані вісім дротів кабелю. Ці контакти забезпечують передачу електричного струму між кінцями мідних дротів кабелю і обладнанням вузла.

Фізичний канал зв'язку завершується портом Ethernet вузла або портом RJ-45. Він відповідає рознімачу RJ-45 на кінці кабелю і дозволяє підключати його до вузла. У персональних комп'ютерах порт RJ-45 Ethernet може розташовуватися на системній платі або додатковій платі мережевого рознімача (англ. Network Interface Card, NIC). У комутатора, як правило, є кілька портів RJ-45, бо вони надають пристроям користувачів можливість підключення до мережі Ethernet.

Приклади кабелів, рознімачів і портів наведено на рисунках 8 – 11.

На рисунках 8, 9 зображено кабелі UTP із стандартним восьмиконтактним рознімачем RJ-45 без захисту замка та з захистом відповідно. На рисунку 10 зображено кабель STP зі стандартним восьмиконтактним рознімачем RJ-45 без захисту

замка. На рисунку 11 зображено стандартний рознімач RJ-45 та порт для підключення рознімача.



Рисунок 8 – Кабель UTP категорії 5e, стандартний рознімач без захисту замка



Рисунок 9 – Кабель UTP категорії 5e, укорочений рознімач з захистом замка



Рисунок 10 – Кабель STP категорії 5e, екранований



Рисунок 11 – Рознімач RJ-45 і порт підключення рознімача

4 СХЕМИ РОЗТАШУВАННЯ КОНТАКТІВ КАБЕЛЮ

Стандарти 10BASE-T і 100BASE-T мають на увазі використання двох пар проводів кабелю UTP, по одній для кожного напрямку передачі, як показано на рисунку 12. Чотири проводи всі з одного кабелю UTP, який з'єднує комп'ютер і комутатор LAN.

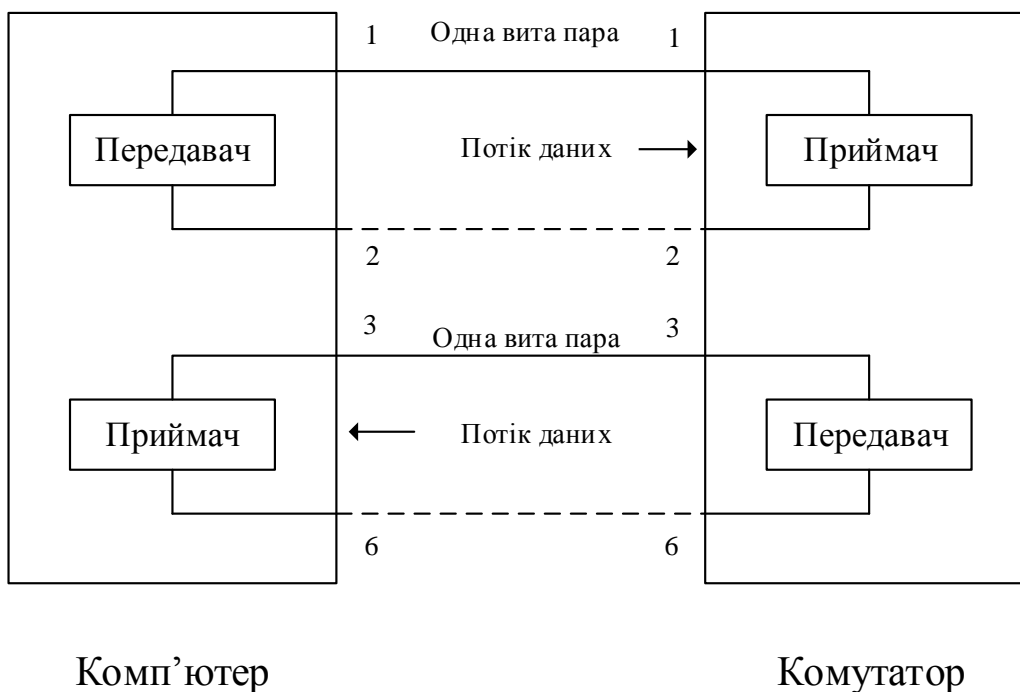
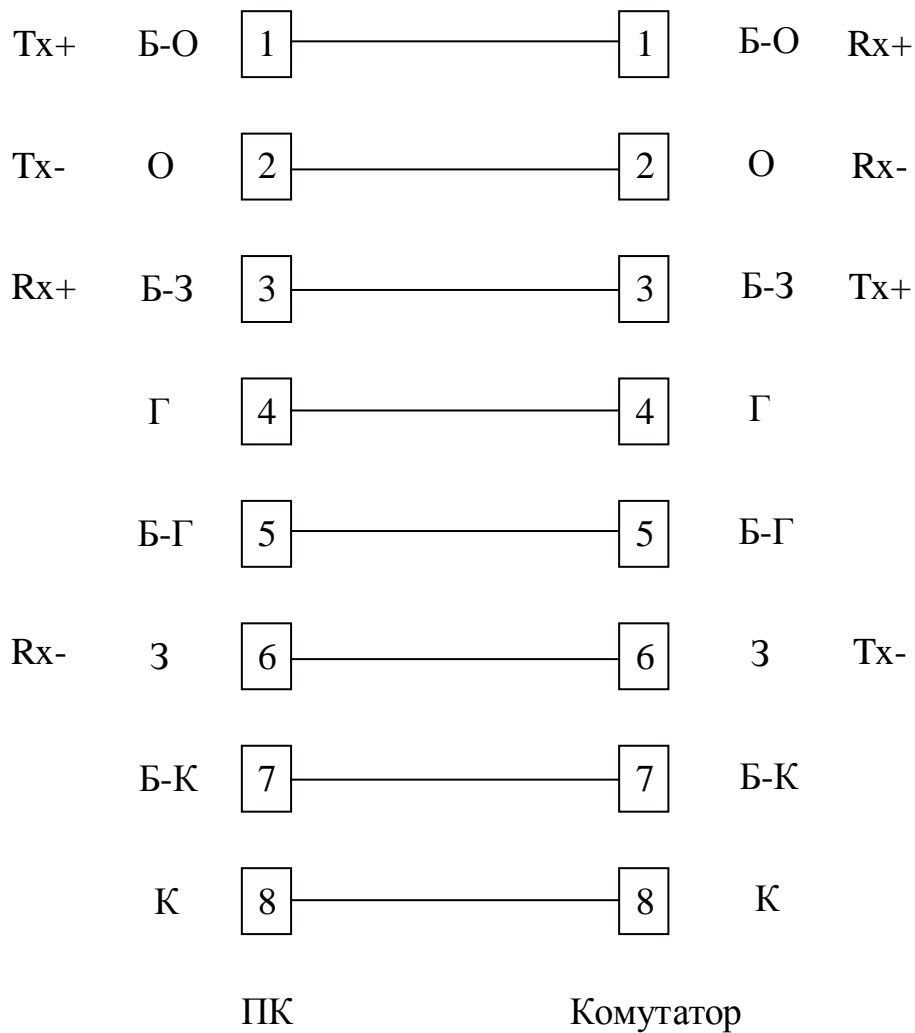


Рисунок 12 – Принцип передачі по більш ніж двох електричних каналах (кожен в одному напрямку) між двома вузлами Ethernet

Для правильної передачі по каналах зв'язку дроти в кабелі UTP повинні бути підключені до правильних контактів майданчика рознімач RJ-45. Наприклад, на рисунку 12 передавач комп'ютера повинен бути підключений до тих контактних майданчиків двох дротів, які слід використовувати для передачі. Ці два дроти повинні бути підключені до правильних контактів рознімача RJ-45 на комутаторі, щоб плата приймача на комутаторі могла їх використовувати.

Для того щоб зрозуміти схему розташування виводів кабелю (який дріт з яким контактом на кінцях кабелю повинен бути з'єднаний), спочатку слід зрозуміти, як працюють мережеві плати і комутатори. Як правило, передавач мережевої плати Ethernet використовує пару, підключену до контактів 1 і 2; приймач мережевої плати використовує пару дротів на контактних майданчиках 3 і 6. З урахуванням цих факторів порти комутатора LAN влаштовані протилежно: їхні приймачі використовують пару дротів на контактах 1 і 2, а їхні передавачі – пару на контактах 3 і 6.

Для взаємодії мережевої плати з комутатором кабель UTP повинен використовувати схему розташування дротів прямого кабелю (англ. straight-through cable pinout). Термін *схема розташування дротів* (pinout) стосується також і забарвлення дротів, які підключені до кожного з восьми пронумерованих контактів рознімача RJ-45. Прямий кабель Ethernet з'єднує дріт на контакті 1 одного кінця кабелю з контактом 1 на іншому кінці кабелю; контакт 2 на одному кінці з контактом 2 на іншому; контакт 3 з контактом 3 і т. д. Крім того, використовуються тільки дроти пар на контактах 1 і 2 і другої пари в контактах 3 і 6. Графічно схема підключення дротів прямого кабелю зображена на рисунку 13.

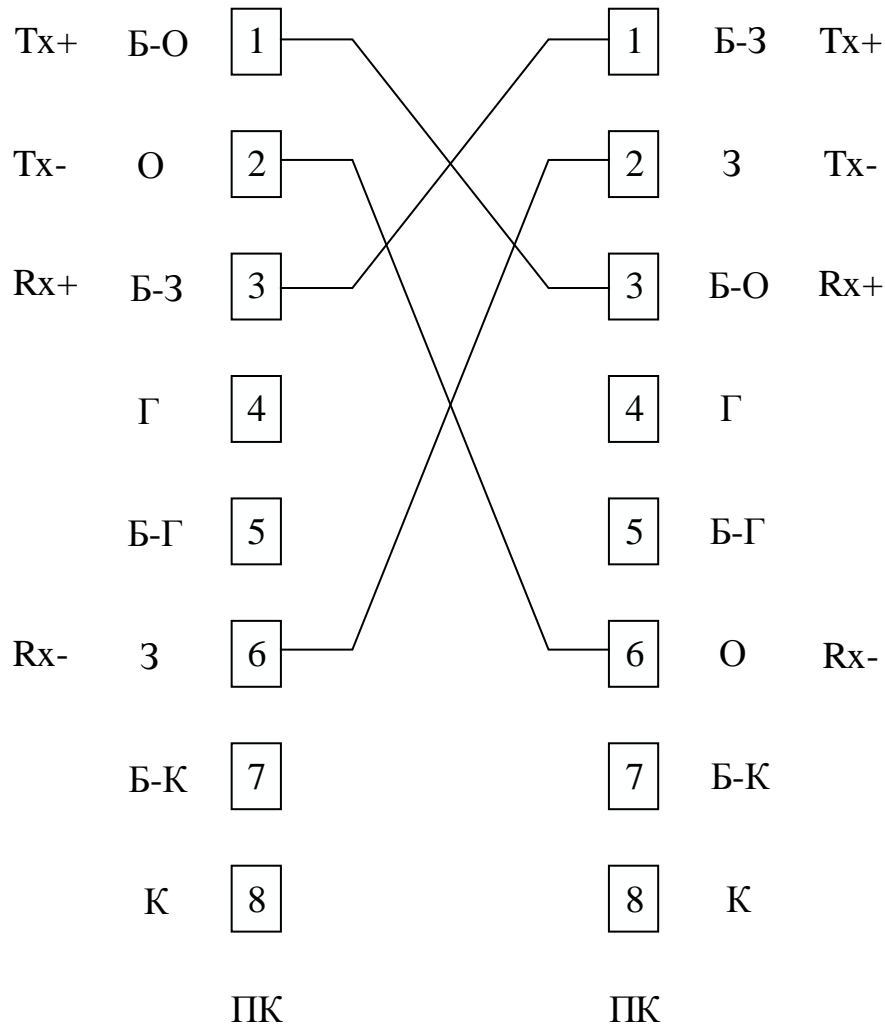


Tx – контакт передачі; Rx – контакт приймання;
ПК – персональний комп’ютер; 1-8 – номер контакту; Б-О – колір жили: Б-О – біло-помаранчевий; О – помаранчевий; Б-З – біло-зелений; Г – блакитний; Б-Г – біло-блакитний; З – зелений; Б-К – біло-коричневий; К – коричневий

Рисунок 13 – Схема розташування дротів прямого кабелю Ethernet 100 Мбіт/с

Прямий кабель працює правильно, коли для передачі даних вузли використовують протилежні пари, а коли два пристрої з’єднані каналом зв’язку Ethernet, вони обидва передають по одних і тих самих контактах. У цьому випадку необхідний кабель з іншим типом схеми розташування дротів – перехресний кабель

(англ. crossover cable). Схема розташування дротів перехресного кабелю має на увазі з'єднання контактів на боці передавача з контактами на боці приймача. Графічно схема підключення дротів перехресного кабелю зображена на рисунку 14.

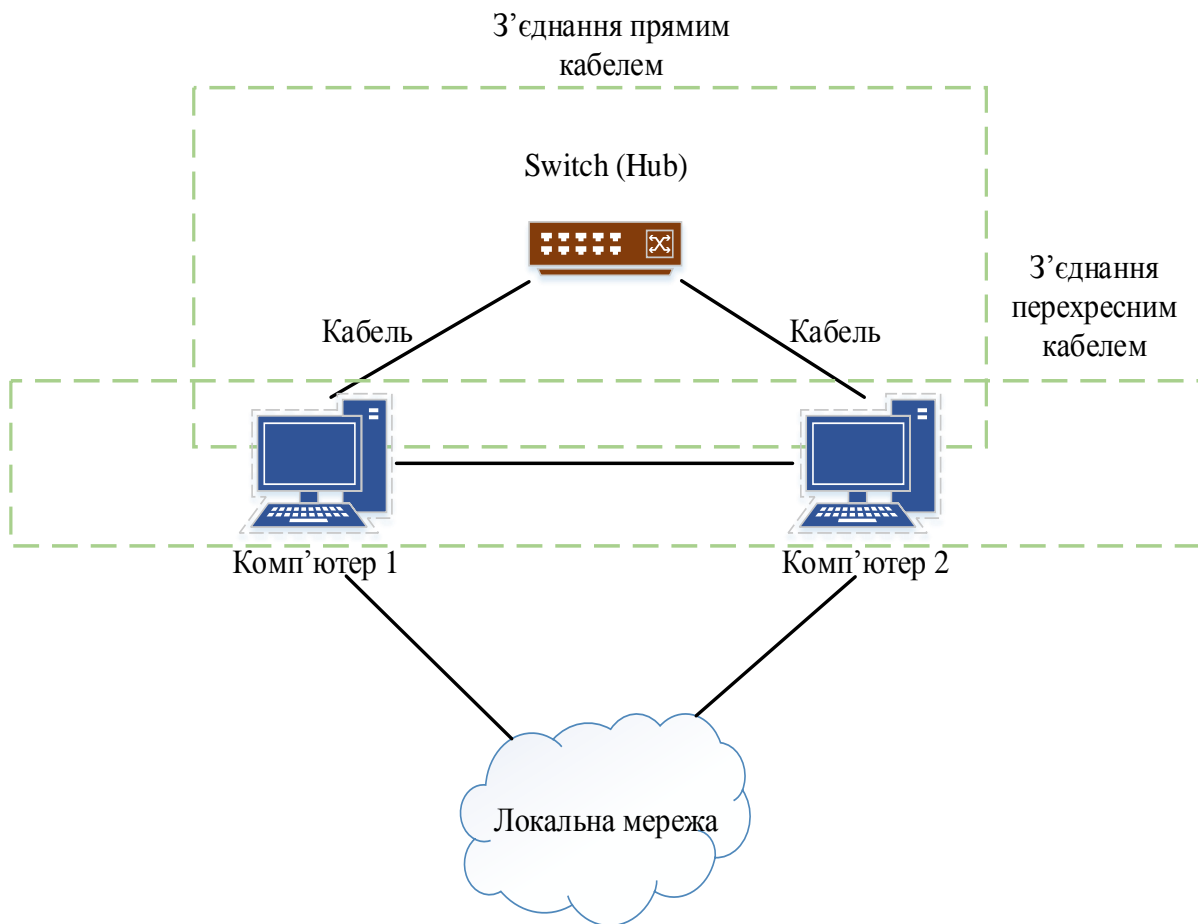


Tx – контакт передачі; Rx – контакт приймання;
 ПК – персональний комп'ютер; 1-8 – номер контакту; Б-З – колір жили: Б-З – біло-зелений; З – зелений; Б-О – біло-помаранчевий; Г – блакитний; Б-Г – біло-блакитний; О – помаранчевий; Б-К – біло-коричневий; К – коричневий

Рисунок 14 – Схема розташування дротів перехресного кабелю Ethernet 100 Мбіт/с

З рисунка 14 видно, що обидва персональні комп'ютери передають дані на парі контактів 3 та 6, а отримують на парі контактів 1 і 2. Таким чином, кабель повинен з'єднувати пару контактів 3 та 6 на кожному боці з контактами 1 і 2 на протилежному боці, щоб з'єднати передавач з приймачем.

Зображення прикладу з'єднання пристроїв за допомогою прямого і перехресного кабелів подано на рисунку 15.



Switch – мережевий комутатор; Hub – мережевий концентратор

Рисунок 15 – Схема, яка ілюструє сферу застосування прямого і перехресного кабелів

5 ОСНОВНІ ЕТАПИ СТВОРЕННЯ ПРЯМОГО І ПЕРЕХРЕСНОГО КАБЕЛІВ

Етапи створення прямого кабелю:

- 1) зняти ізоляцію з одного з кінців крученої пари;
- 2) розташувати в певному порядку різнокольорові дроти: біло-помаранчевий – помаранчевий – біло-зелений – блакитний – біло-блакитний – зелений – біло-коричневий – коричневий;
- 3) за допомогою ножа в обтискних кліщах підрівняти край;
- 4) акуратно вставити дроти в канали конектора;
- 5) вставити конектор в обтискні кліщі;
- 6) силоміць стиснути рукоятку обтискних кліщів.

Щоб зробити перехресний кабель, один кінець крученої пари обтискається прямим обтиском, а другий перехресним.

Етапи створення перехресного кабелю:

- 1) зняти ізоляцію з одного з кінців крученої пари;
- 2) розташувати в певному порядку різнокольорові дроти: біло-зелений – зелений – біло-помаранчевий – блакитний – біло-блакитний – помаранчевий – біло-коричневий – коричневий;
- 3) за допомогою ножа в обтискних кліщах підрівняти край;
- 4) акуратно вставити дроти в канали конектора;
- 5) вставити конектор в обтискні кліщі;
- 6) силоміць стиснути рукоятку обтискних кліщів.

Контрольні питання

- 1 Основні види витопарних кабелів.
- 2 Категорії витопарних кабелів.
- 3 Категорії витопарних кабелів і рознімач для сегмента 100BASE-TX.
- 4 За яких умов використовується прямий кабель?
- 5 За яких умов використовується перехресний кабель?
- 6 Який порядок розташування дротів у прямому кабелі?
- 7 Який порядок розташування дротів у перехресному кабелі?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навч. посібник для студ. спец 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2017. 384 с.

2 Довгий С. О., Воробієнко П. П., Гуляєв К. Д. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, безпека, економіка, регулювання : монографія. Київ : Азимут – Україна, 2013. 608 с.

3 Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : підруч. для вищ. навч. закл. Київ : САММІТ-КНИГА, 2010. 640 с.

4 Жуков І. А., Дровозов В. І., Махновський Б. Г. Експлуатація комп'ютерних систем та мереж : навч. посібник. Київ : НАУ, 2007. 361 с.

5 Антонов В. М. Сучасні комп'ютерні мережі : підруч. для вищ. навч. закл. Київ : МК-Прес, 2005. 478 с.

ДОДАТОК А

СПІВВІДНОШЕННЯ ДІАМЕТРІВ ПРОВІДНИКА В КАЛІБРАХ AWG І МІЛІМЕТРАХ

Калібр AWG	Номінальний діаметр, мм
10	2,60
11	2,30
12	2,05
13	1,83
14	1,63
15	1,45
16	1,29
17	1,15
18	1,02
19	0,912
20	0,813
21	0,724
22	0,643
23	0,574
24	0,511
25	0,455
26	0,404
27	0,361
28	0,320
29	0,287
30	0,254
31	0,226
32	0,203
33	0,180
34	0,160
35	0,142
36	0,127
37	0,114
38	0,102
39	0,089
40	0,079