

Лабораторна робота № 8

Тема: Побудова локальної обчислювальної мережі на рівні комп'ютерного класу з використанням технології Ethernet

Мета роботи: одержання навичок вибору обладнання та кабельної системи для побудови локальної обчислювальної мережі на рівні комп'ютерного класу на основі технології Ethernet.

Теоретичні відомості

Типи кабелів, що використовуються для побудови комп'ютерної мережі

Коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель – електричний кабель із співвісними провідниками.

Застосовується для передачі електричних сигналів в лініях телекомунікації, в антенно-фідерних пристроях радіоелектронної і телевізійної апаратури, між блоками радіотехнічної апаратури і т.д.

Принцип дії

Електромагнітне поле коаксіального кабелю зосереджене в просторі між провідниками струму, тобто зовнішнього поля немає, і тому втрати на випромінювання в навколишній до коаксіального кабелю простір практично відсутні. Оскільки зовнішній провідник одночасно служить електромагнітним екраном, що захищає електричне коло струму від впливів ззовні, коаксіальний кабель має високий заводозахист і має відносно малі втрати енергії сигналів, які передаються. Для радіоприйому використовується, як правило, кабель, що має хвильовий опір 50 Ом.

Конструкція

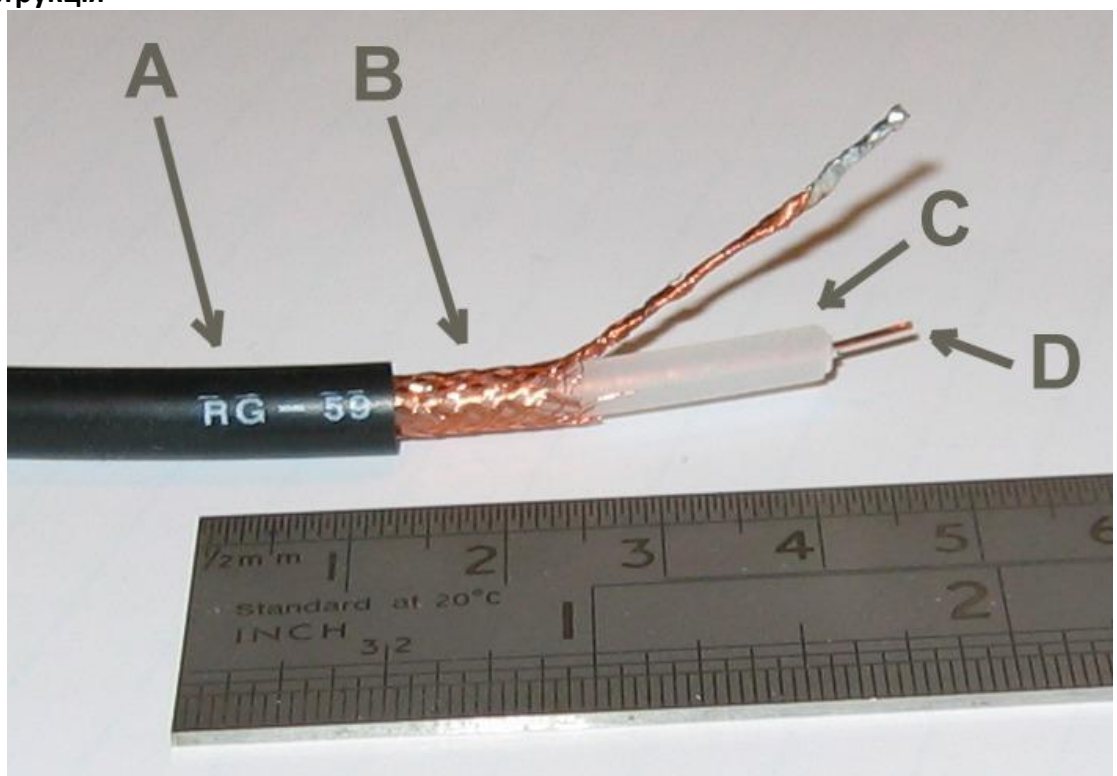


Рис. 1. Конструкція коаксіального кабелю

Сучасний кабель складається з **центрального провідника (D)**, **оточеного шаром діелектрика (C)**, **зовнішня поверхня якого покрита обплетенням (B) або фольгою** (другим провідником) і **захисною оболонкою з пластику (A)**, що захищає кабель від дії навколишнього середовища (Рис. 1).

Класифікація

1. **За призначенням** – для систем кабельного телебачення, для систем зв'язку, авіаційної, космічної техніки, комп'ютерних мереж, побутової техніки і т. д.

2. **По хвильовому опору** – хвильовий опір кабелю може бути будь-який, однак стандартними являються 5 значень по російським стандартам і 3 за міжнародними.

2.1. **50 Ом** – найбільш поширений тип, застосовується в різних областях радіоелектроніки.

2.2. **75 Ом** – поширений тип, застосовується переважно в телевізійній та відеотехніці.

2.3. **100 Ом** – застосовується рідко, в імпульсній техніці і для спеціальних цілей.

2.4. **150 Ом** – застосовується рідко, в імпульсній техніці і для спеціальних цілей, міжнародними стандартами не передбачений.

2.5. **200 Ом** – застосовується вкрай рідко, міжнародними стандартами не передбачений.

3. **За діаметром ізоляції:**

3.1. **Субмініатюрні** – до 1 мм.

3.2. **Мініатюрні** – 1,5 – 2,95 мм.

3.3. **Средньогабаритні** – 3,7 – 11,5 мм.

3.4. **Великогабаритні** – понад 11,5 мм.

4. **За гнучкістю** (стійкість до багаторазових перегинань):

4.1. **Жорсткі.**

4.2. **Напівжорсткі.**

4.3. **Гнучкі.**

4.4. **Особливо гнучкі.**

Категорії

Кабелі діляться за шкалою **Radio Guide**. Найпоширеніші категорії кабелю:

1. RG-8 і RG-11 – «**Товстий Ethernet**» (Thicknet), 50 Ом. Стандарт 10BASE5.

Обмеження для Ethernet на товстому кабелі

Максимальна довжина сегмента	500 м
Максимальна кількість сегментів в мережі	5
Максимальна довжина мережі	2,5 км
Максимальна кількість станцій, підключених до одного сегмента (якщо в мережі є репітери, вони теж вважаються як станції)	100
Мінімальна відстань між точками підключення робочих станцій	2,5 м
Максимальна довжина трансиверного кабелю	50 м

2. RG-58 – «**Тонкий Ethernet**», 50 Ом. Стандарт 10BASE2.

2.1. RG-58/U – суцільний центральний провідник.

2.2. RG-58A/U – багатожильний центральний провідник.

2.3. RG-58C/U – військовий кабель.

Обмеження для Ethernet на тонкому кабелі

Максимальна довжина сегмента	185 м
Максимальна кількість сегментів в мережі	5
Максимальна довжина мережі	925 м
Максимальна кількість станцій, підключених до одного сегмента (якщо в мережі є репітери, вони теж вважаються як станції)	30
Мінімальна відстань між точками підключення робочих станцій	0,5 м

3. RG-59 – телевізійний кабель (Broadband/Cable Television), 75 Ом.

4. RG-6 – телевізійний кабель (Broadband/Cable Television), 75 Ом. Кабель категорії RG-6 має декілька різновидів, які характеризують його тип та матеріал виконання.

5. RG-11 – магістральний кабель, практично незамінний, якщо потрібно вирішити питання з великими відстанями. Цей вид кабелю можна використовувати навіть на відстані близько 600 метрів. Укріплена зовнішня ізоляція дозволяє без проблем використовувати цей кабель у складних умовах (вулиця, колодязі). Існує варіант S1160 з тросом, який використовується для надійного прокидання кабелю по повітрю, наприклад, між будинками.

6. RG-62 – ARCNet, 93 Ом.

Вита пара

Вита пара (Twisted pair) – вид мережевого кабелю, є однією або декількома парами ізольованих провідників, скручених між собою (з невеликою кількістю витків на одиницю довжини), для зменшення взаємних наведень при передачі сигналу, і покритих пластиковою оболонкою (Рис. 2). Використовується як мережевий носій в багатьох технологіях, таких як **Ethernet**, **ARCNet** і **Token ring**. В даний час, завдяки своїй дешевизні і легкості в установці, є найпоширенішим для побудови локальних мереж.

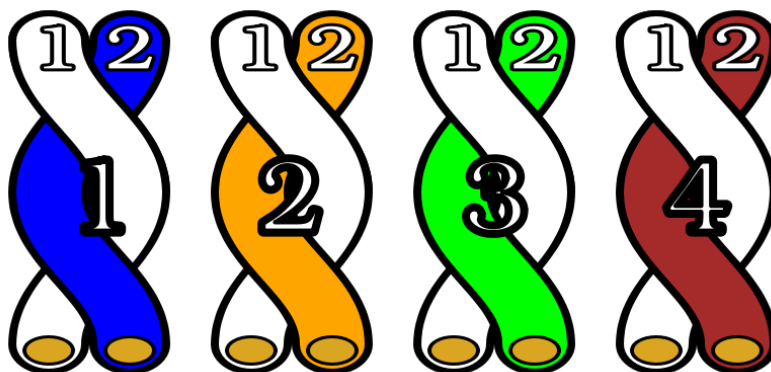


Рис. 2. Конструкція кабелю типу «вита пара»

Кабель підключається до мережевих пристроїв за допомогою з'єднувача **8P8C**, він є трохи більшим, ніж телефонний з'єднувач RJ-11. Підтримує передачу даних на відстань до **100 метрів**. На більш тривалих відстанях сигнал загасає, якщо передача даних на більшу відстань все ж таки необхідна, потрібно скористатися повторювачем.

Види кабелю

Залежно від наявності захисту – електрично заземленої мідної сітки або алюмінієвої фольги навколо скручених пар, визначають різновиди даної технології:

- **неекранована вита пара** (UTP – Unshielded twisted pair)
- **екранована вита пара** (STP – Shielded twisted pair)
- **фольгована вита пара** (FTP – Foiled twisted pair)
- **фольгована екранована вита пара** (SFTP – Shielded Foiled twisted pair)

В деяких типах екранованого кабелю захист може використовуватися ще і навкруги кожної пари. Екранування забезпечує кращий захист від електромагнітних впливів як зовнішніх, так і внутрішніх.

Категорії кабелю

Існує декілька категорій кабелю вита пара, які нумеруються від **CAT1** до **CAT7**. Кабель вищої категорії звичайно містить більше пар дрітків і кожна пара має більше витків на одиницю довжини. Категорії неекранованої вити пари описуються в стандарті **EIA/TIA 568** (Американський стандарт проводки в комерційних спорудах).

▪ **CAT1** – телефонний кабель, всього одна пара. В США використовувався раніше, і провідники були скручені між собою. Використовується тільки для передачі голосу або даних за допомогою модему.

▪ **CAT2** – старий тип кабелю, 2 пари провідників, підтримував передачу даних на швидкостях до **4 Мбіт/с**, використовувався в мережах **Token ring** і **ARCNet**. Зараз іноді зустрічається в телефонних мережах.

▪ **CAT3** – 2-парний кабель, використовувався при побудові локальних мереж **10BASE-T** і **Token ring**, підтримує швидкість передачі даних тільки до **10 Мбіт/с**. На відміну від попередніх двох, відповідає вимогам стандарту **IEEE 802.3**. Також дотепер зустрічається в телефонних мережах.

▪ **CAT4** – кабель складається з 4-х скручених пар, використовувався в мережах **Token ring**, **10BASE-T**, **10BASE-T4**, швидкість передачі даних не перевищує **16 Мбіт/с**, зараз не використовується.

▪ **CAT5** – 4-парний кабель, це і є те, що звичайно називають кабель «**вита пара**», завдяки високій швидкості передачі, до **100 Мбіт/с** при використанні **2 пар** і до **1000 Мбіт/с**, при використанні **4 пар**, є найпоширенішим мережевим носієм, що використовується в комп'ютерних мережах дотепер. При прокладці нових мереж користуються дещо вдосконаленим кабелем **CAT5e**, який краще пропускає високочастотні сигнали.

▪ **CAT6** – застосовується в мережах **Fast Ethernet** і **Gigabit Ethernet**, складається з **4 пар** провідників і здатний передавати дані на швидкості до **10000 Мбіт/с**. Доданий в стандарт в червні 2002 року, пропускає сигнали частотою до 200МГц. Існує категорія **CAT6e**, в якій збільшена частота сигналу, що пропускається, до 500МГц. За даними IEEE, 70 % встановлених мереж в 2004 році використовували кабель категорії CAT6, проте можливо це просто дань моді, оскільки кабель CAT5 і CAT5e цілком справляється в мережах 10GBASE-T.

▪ **CAT7** – специфікація на даний тип кабелю поки не затверджена, швидкість передачі даних до **10000 Мбіт/с**, частота сигналу, що пропускається, до 600—700 МГц. Кабель цієї категорії екранований.

Схеми обтискання («обжимки») вити пари

Дані схеми обтискання вити пари наведені для кабелю **категорії 5** (4 пари провідників). Обтискається коннектором **8P8C** (Рис. 3). Існує 2 схеми обтискання кабелю: **прямий кабель** і **перехресний (крос-овер) кабель**. Перша схема використовується для з'єднання комп'ютера з **світчем/хабом**, друга – для з'єднання **2 комп'ютерів** безпосередньо і для з'єднання деяких старих моделей хабів/світчей (uplink порт).

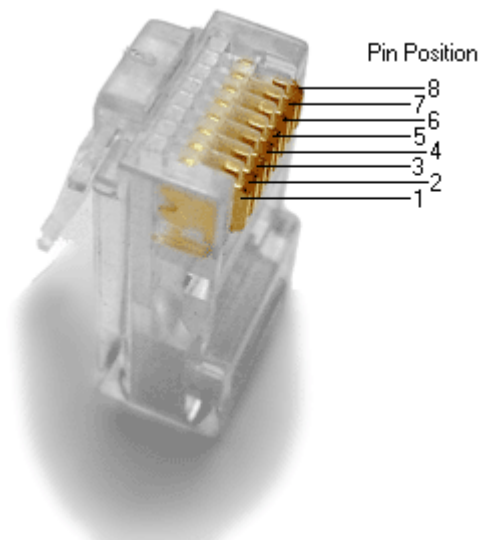


Рис.3. Коннектор 8P8C

Прямий кабель

Варіант по стандарту EIA/TIA-568A:

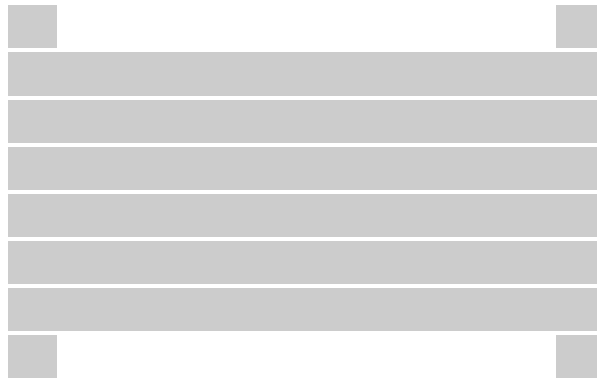
1	====	1 зелено-білий
2	====	2 зелений
3	====	3 помаранчево-білий
4	====	4 синій
5	====	5 синьо-білий
6	====	6 помаранчевий
7	====	7 коричнево-білий
8	====	8 коричневий

і по стандарту EIA/TIA-568B:

№ контакту — колір жили — № контакту на другому кінці кабелю

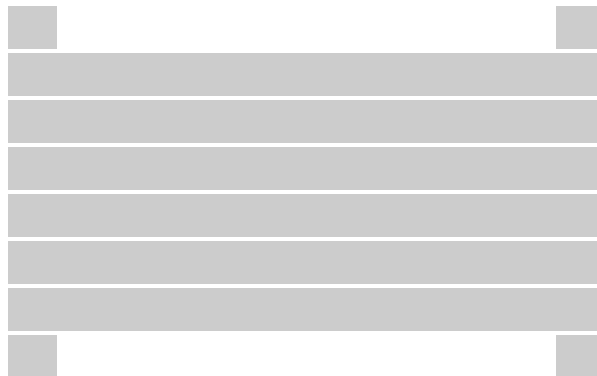
1	====	1 помаранчево-білий
2	====	2 помаранчевий
3	====	3 зелено-білий
4	====	4 синій
5	====	5 синьо-білий
6	====	6 зелений
7	====	7 коричнево-білий
8	====	8 коричневий

Перехресний кабель для з'єднання двох мережевих карт безпосередньо на швидкості 100 Мерабіт/с (Crossover)



8

Перехресний кабель для з'єднання двох мережевих карт безпосередньо на швидкості 1 Гігабіт/с (Crossover)



8



Рис.4. Інструмент (кримпер) для обтискання виті пари (коннектора 8P8C)

Біло-помаранчева жила чергується з біло-зеленою, помаранчева із зеленою (для 100-мегабітного з'єднання); синя жила чергується з біло-коричневою, біло-синя з коричневою (для гігабітних з'єднань, для 100 мегабіт їх можна обтиснути в будь-якому порядку або взагалі не

обтискати). Використання кабелю, обтисненого не по стандарту, може призвести до того, що кабель працювати не буде, або буде дуже великий відсоток втрат (в залежності від довжини кабелю).

Для перевірки правильності обтиснення кабелю, крім візуального контролю, існують спеціальні пристрої – LAN-тестери. Такий пристрій складається з передавача і приймача. Передавач по чергово подає сигнал на кожну з восьми жил кабелю, дублюючи цю передачу запалюванням одного з восьми світлодіодів, а на приймачі, приєднаного до іншого кінця лінії, відповідно загоряється один з восьми світлодіодів. Якщо на передачу та на прийом світлодіоди загоряються підряд, значить, кабель обтиснений без помилок. Більш дорогі моделі LAN-тестерів можуть мати вбудований переговорний пристрій, індикатор обриву із зазначенням відстані до обриву та ін.

Дані схеми обтиснення підходять як для 100-мегабітного з'єднання, так і для гігабітного. При використанні **100 мегабітного** з'єднання використовуються тільки **2 з 4 пар**, а саме **помаранчева і зелена**. Синя і коричнева пари в такому випадку можуть бути використані для підключення другого комп'ютера по тому ж кабелю. Кожен кінець кабелю роздвоюють на два по дві пари і отримують ніби два кабелю, але під однією ізоляцією. Однак дана схема підключення може **знижити швидкість та якість** передачі інформації. При використанні **гігабітних з'єднань** використовуються **4 пари** провідників.

Також існують обмеження на вибір схеми перехресного з'єднання жил, що накладається стандартом **Power-Over-Ethernet (POE)**, однак цей стандарт ще до кінця не затверджений. При прямому з'єднанні («один до одного») живлення в кабелі, цей стандарт буде працювати автоматично.

Оптичне волокно

Оптоволокно́ або оптичне волокно – це скляна або пластикова нитка, що використовується для перенесення світла усередині себе завдяки повному внутрішньому віддзеркаленню. **Волоконна оптика** – розділ прикладної науки і машинобудування, що описує такі волокна. Оптоволокна використовуються в оптоволоконному зв'язку, який дозволяє передавати цифрову інформацію на великі відстані і з **вищою швидкістю** передачі даних, ніж в електронних засобах зв'язку.

Простий принцип дії дозволяє використовувати різні методи, що дають можливість створювати найрізноманітніші оптоволокна:

- **одномодові оптоволокна;**
- **багатомодові оптоволокна;**
- **оптоволокна з градієнтним показником заломлення;**
- **оптоволокна із ступінчастим профілем розподілу показників заломлення.**

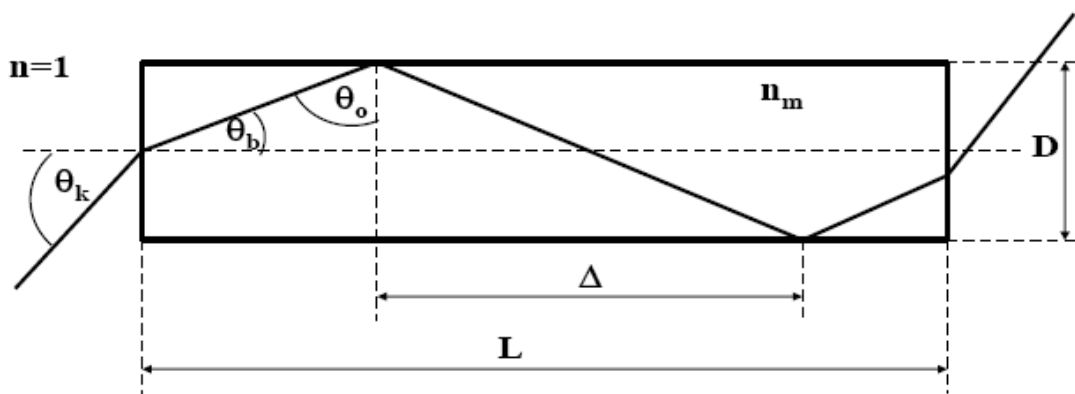


Рис. 5. Ілюстрація принципу дії оптоволокна

Відповідно до фізичних властивостей оптоволокна, необхідні спеціальні методи для їх з'єднання з устаткуванням. Оптоволокно є базою для різних типів кабелів, залежно від того, де вони використовуватимуться.

Оптоволокно може бути використане як засіб для телекомунікації і побудови комп'ютерної мережі, внаслідок своєї гнучкості і можливості зав'язуватися у вузол як кабель. Не зважаючи на те, що волокна можуть бути зроблені з прозорого пластичного оптоволокна або волокна силікагелевого, волокна, що використовуються для передачі інформації на великі відстані, завжди зроблені зі скла, внаслідок низького оптичного ослаблення електромагнітного випромінювання. У зв'язку використовуються **багатомодові** і **одномодові оптоволокна**; **мультимодове оптоволокно** зазвичай використовується на невеликих відстанях (до 500 м), а **одномодове оптоволокно** – на довгих дистанціях. У зв'язку із суворим допуском між одномодовим оптоволокном, передавачем, приймачем, підсилювачем і іншими одномодовими компонентами, їх використання звичайно дорожче, ніж застосування мультимодових компонент.

Ethernet

Ethernet – базова технологія локальних обчислювальних (комп'ютерних) мереж з комутацією пакетів. В широкому розумінні **Ethernet** – це ціле сімейство технологій, що включає різні міжнародні та фірмові стандарти, найбільш відомі серед них **Ethernet**, **Fast Ethernet**, **Gigabit Ethernet** і **IEEE 802.3**.

Стандарти Ethernet визначають **дротові з'єднання та електричні сигнали** на фізичному рівні, **формат кадрів та протоколи управління доступом до середовища** – на канальному рівні моделі OSI. Ethernet в основному описується стандартами **IEEE групи 802.3**. Ethernet став найпоширенішою технологією локальних комп'ютерних мереж в середині 90-х років минулого століття, витіснивши такі застарілі технології, як Arcnet, FDDI і Token ring.

Історія Ethernet

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** (Robert Metcalfe) склав доповідну записку для глави PARC про потенціал технології Ethernet. Але законне право на технологію Меткалф отримав через кілька років. Меткалф пішов з Xerox в 1979 році і заснував компанію 3Com для просування комп'ютерів і локальних обчислювальних мереж. Йому вдалося переконати DEC, Intel і Xerox працювати спільно і розробити стандарт Ethernet (DIX). Вперше цей стандарт був опублікований **30 вересня 1980 року**.

У стандарті перших версій (Ethernet v1.0 і Ethernet v2.0) зазначено, що середовищем для передачі є коаксіальний кабель, надалі з'явилася можливість використовувати виту пару та оптичний кабель.

Причинами переходу на виту пару були:

- можливість роботи в **дуплексному режимі**;
- **низька вартість** кабелю "витої пари";
- більш **висока надійність** мереж при несправності в кабелі;
- можливість **живлення по кабелю** малопотужних вузлів, наприклад, IP-телефонів (стандарт Power over Ethernet, POE);
- **відсутність гальванічної зв'язку** (проходження струму) між вузлами мережі.

Причиною переходу на оптичний кабель була необхідність **збільшити довжину сегмента** без повторювачів.

Метод управління доступом (для мережі на коаксіальному кабелі) – множинний доступ з контролем несучої та виявленням колізій (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), швидкість передачі даних **10 Мбіт/с**, розмір пакета від **72 до 1526 байт**, описані методи кодування даних. **Режим роботи симплексний**, тобто вузол не може одночасно

передавати і приймати інформацію. Кількість вузлів в одному розподіленому сегменті мережі обмежена граничним значенням в **1024 робочих станції** (специфікації фізичного рівня можуть встановлювати більш жорсткі обмеження, наприклад, до сегмента тонкого коаксіалу може підключатися не більше **30 робочих станцій**, а до сегмента товстого коаксіалу – не більше **100**). Однак мережа, побудована на одному розподіленому сегменті, стає неефективною задовго до досягнення граничного значення кількості вузлів, в основному через симплексний режим роботи.

У 1995 році прийнятий стандарт **IEEE 802.3u Fast Ethernet** зі швидкістю **100 Мбіт/с** і з'явилася можливість роботи в режимі **повного дуплексу**. У **1997 році** був прийнятий стандарт **IEEE 802.3z Gigabit Ethernet** зі швидкістю **1000 Мбіт/с** для передачі по оптоволокну і ще через два роки – для передачі по витій парі.

Різновиди Ethernet

В залежності від швидкості передачі даних і середовища передачі, існує кілька варіантів технології. Незалежно від способу передачі, стек мережевого протоколу і програми працюють однаково практично у всіх нижчеперелічених варіантах.

Ранні модифікації Ethernet:

- **Xerox Ethernet** – оригінальна технологія, швидкість **3Мбіт/с**, існувала в двох варіантах Version 1 та Version 2, формат кадру останньої версії до сих пір має широке застосування.
- **10BROAD36** – широкого розповсюдження не отримав. Один з перших стандартів, що дозволяє працювати на великих відстанях. Використовував технологію **широкосмужової модуляції**, схожу на ту, що використовується в кабельних модемах. В якості середовища передачі даних використовувався **коаксіальний кабель**.
- **1BASE5** – також відомий як StarLAN, став **першою** модифікацією Ethernet-технології, що використовує **виту пару**. Працював на швидкості **1 Мбіт/с**, але не знайшов комерційного застосування.

10 Мбіт/с Ethernet:

- **10BASE5, IEEE 802.3 («Товстий Ethernet»)** – перша розробка технології зі швидкістю передачі даних **10 Мбіт/с**. Дотримуючись раннього стандарту IEEE використовує **коаксіальний кабель** з хвильовим опором 50 Ом (RG-8), з максимальною довжиною сегмента **500 метрів**.
- **10BASE2, IEEE 802.3a («Тонкий Ethernet»)** – використовується кабель **RG-58**, з максимальною довжиною сегмента **200 метрів**, комп'ютери приєднуються один до іншого, для підключення кабелю до мережевої карти потрібен T-коннектор, а на кабелі повинен бути BNC-коннектор. Потрібна наявність термінатора на кожному кінці. Багато років цей стандарт був основним для технології Ethernet.
- **StarLAN 10** – перша розробка, що використовує **виту пару** для передачі даних на швидкості **10 Мбіт/с**. Надалі еволюціонував у стандарт **10BASE-T**. Незважаючи на те, що теоретично можливе підключення до одного кабелю (сегменту) витой пари більш ніж двох пристроїв, що працюють в напівдуплексному режимі, така схема ніколи не застосовується для Ethernet, на відміну від роботи з коаксіальним кабелем. Тому, всі мережі на витій парі використовують топологію "зірка", в той час як, мережі на коаксіальному кабелі побудовані на топології "шина". Термінатори для роботи по витій парі вбудовані в кожний пристрій, і застосовувати додаткові зовнішні термінатори в лінії не потрібно.
- **10BASE-T, IEEE 802.3i** – для передачі даних використовується **4 дроти** кабелю витой пари (дві скручені пари) **категорії 3** або **категорії 5**. Максимальна довжина сегмента **100 метрів**.
- **FOIRL** – базовий стандарт для технології Ethernet, що використовує для передачі даних **оптичний кабель**. Максимальна відстань передачі даних без повторювача – **1 км**.

- **10BASE-F, IEEE 802.3j** – основний термін для позначення сімейства **10 Мбіт/с** Ethernet-стандартів, що використовують **оптоволоконний кабель** на відстані до **2 кілометрів**: 10BASE-FL, 10BASE-FB і 10BASE-FP. З перерахованого тільки **10BASE-FL** отримав широке розповсюдження.
- **10BASE-FL** (Fiber Link) – поліпшена версія стандарту **FOIRL**. Поліпшення торкнулось збільшення довжини сегменту до **2 км**.
- **10BASE-FB** (Fiber Backbone) – стандарт, що зараз не використовується, призначався для об'єднання повторювачів у магістраль.
- **10BASE-FP** (Fiber Passive) – топологія «**пасивна зірка**», в якій не потрібні повторювачі – ніколи не застосовувався.

Швидкий Ethernet (Fast Ethernet, 100 Мбіт/с):

- **100BASE-T** – загальний термін для позначення стандартів, що використовують в якості середовища передачі даних **виту пару**. Довжина сегмента до **100 метрів**. Включає в себе стандарти 100BASE-TX, 100BASE-T4 і 100BASE-T2.
- **100BASE-TX, IEEE 802.3u** – розвиток стандарту 10BASE-T для використання в мережах топології «**зірка**». Задіяна **вита пара категорії 5**, фактично використовуються тільки дві пари провідників.
- **100BASE-T4** – стандарт, який використовує **виту пару категорії 3**. Задіяні всі чотири пари провідників, передача даних іде в **напівдуплексі**. Практично не використовується.
- **100BASE-T2** – стандарт, який використовує **виту пару категорії 3**. Задіяні тільки дві пари провідників. Підтримується **повний дуплекс**, коли сигнали поширюються в протилежних напрямках по кожній парі. Швидкість передачі в одному напрямку – **50 Мбіт/с**. Практично не використовується.
- **100BASE-FX** – стандарт, який використовує **багатомодове оптоволокно**. Максимальна довжина сегмента **400 метрів** у **напівдуплексі** (для гарантованого виявлення колізій) або **2 кілометри** в **повному дуплексі**.
- **100BASE-LX** – стандарт, який використовує **одномодове оптоволокно**. Максимальна довжина сегмента **15 кілометрів** у повному дуплексі на довжині хвилі 1310 нм.
- **100BASE-LX WDM** – стандарт, який використовує **одномодове оптоволокно**. Максимальна довжина сегмента **15 кілометрів** в **повнодуплексному режимі** на довжині хвилі 1310 нм і 1550 нм. Інтерфейси бувають двох видів, відрізняються довжиною хвилі передавача та маркуються або цифрами (довжина хвилі) або однією латинською літерою А (1310) або В (1550). У парі можуть працювати тільки парні інтерфейси: з одного боку передавач на 1310 нм, а з іншого – на 1550 нм.

Gigabit Ethernet (Gigabit Ethernet, 1 Гбіт/с):

- **1000BASE-T, IEEE 802.3ab** – стандарт, який використовує **виту пару категорій 5e** або **6**. В передачі даних беруть участь всі **4 пари**. Швидкість передачі даних – **250 Мбіт/с** по одній парі.
- **1000BASE-TX** був створений Асоціацією телекомунікаційної промисловості (Telecommunications Industry Association, TIA) і опублікований в березні 2001 року як «Специфікація фізичного рівня дуплексного Ethernet 1000 Мб/с (1000BASE-TX) симетричних кабельних систем **категорії 6** (ANSI/TIA/EIA-854-2001)». Стандарт використовує окремі прийом-передачу (2 пари на передачу, 2 пари на прийом, по кожній парі дані передаються зі швидкістю **500 Мбіт/с**). Але, як наслідок, для стабільної роботи за такою технологією потрібна кабельна система високої якості, тому 1000BASE-TX може використовувати тільки кабель **6 категорії**. Ще однією істотною відмінністю 1000BASE-TX є відсутність схеми цифрової компенсації наводок і поворотних перешкод, в результаті чого складність рівнів енергоспоживання і ціна процесорів стає нижче, ніж у процесорів стандарту 1000BASE-T. На основі цього

стандарту практично не було створено продуктів, хоча 1000BASE-TX використовує більш простий протокол, ніж стандарт 1000BASE-T, і тому може використовувати більш просту електроніку.

- **1000BASE-X** – загальний термін для позначення стандартів зі змінними прийомопередатчиками GBIC або SFP.
- **1000BASE-SX, IEEE 802.3z** – стандарт, який використовує **багатомодове оптоволокно**. Дальність проходження сигналу без повторювача до **550 метрів**.
- **1000BASE-LX, IEEE 802.3z** – стандарт, який використовує **одномодове оптоволокно**. Дальність проходження сигналу без повторювача до **80 кілометрів**.
- **1000BASE-CX** – стандарт для коротких відстаней (до **25 метрів**), що використовує екрановану **виту пару** (STP) з хвильовим опором 150 Ом. Замінений стандартом 1000BASE-T і зараз не використовується.
- **1000BASE-LH (Long Haul)** – стандарт, який використовує **одномодове оптоволокно**. Дальність проходження сигналу без повторювача до **100 кілометрів**.

10 гігабіт Ethernet:

Новий стандарт **10 гігабіт Ethernet** містить у собі сім стандартів фізичного середовища для LAN, MAN та WAN. В даний час він описується поправкою **IEEE 802.3ae** і має увійти в наступну ревізію стандарту **IEEE 802.3**.

- **10GBASE-CX4** – технологія 10 гігабіт Ethernet для коротких відстаней (до **15 метрів**), використовується **мідний кабель CX4** та конектори **InfiniBand**.
- **10GBASE-SR** – технологія 10 гігабіт Ethernet для коротких відстаней (до **26** або **82 метрів**, в залежності від типу кабелю), використовується **багатомодове оптоволокно**. Він також підтримує відстані до **300 метрів** з використанням **нового багатомодового оптоволокна** (2000 МГц/км).
- **10GBASE-LX4** – використовує ущільнення по довжині хвилі для підтримки відстаней від **240** до **300 метрів** по **багатомодовому оптоволокну**. Також підтримує відстані до **10 кілометрів** при використанні **одномодового оптоволокна**.
- **10GBASE-LR** і **10GBASE-ER** – ці стандарти підтримують відстані до **10** і **40 кілометрів** відповідно.
- **10GBASE-SW, 10GBASE-LW** і **10GBASE-EW** – ці стандарти використовують фізичний інтерфейс, сумісний по швидкості і формату даних з інтерфейсом OC-192/STM-64 SONET/SDH. Вони подібні стандартам 10GBASE-SR, 10GBASE-LR і 10GBASE-ER відповідно, тому що використовують ті ж самі типи кабелів і відстані передачі.
- **10GBASE-T, IEEE 802.3ap-2006** – прийнятий у червні 2006 року після 4 років розробки. Використовує **екрановану виту пару**. Відстані до **100 метрів**.

Стандарт 10 гігабіт Ethernet ще занадто молодий, тому потрібен час, щоб зрозуміти, які з перерахованих вище стандартів середовищ передачі даних будуть реально затребувані на ринку.

Правила побудови сегментів Fast Ethernet при використанні повторювачів класу I та класу II

Технологія **Fast Ethernet**, як і всі **некоаксіальні** варіанти Ethernet, розрахована на підключення кінцевих вузлів – комп'ютерів з відповідними мережевими адаптерами – до **багатопортових концентраторів-повторювача** або **комутаторів**.

Правила побудови мереж Fast Ethernet включають:

- Обмеження на максимальні довжини сегментів, що з'єднують DTE (Data Terminal Equipment) з DTE.
- Обмеження на максимальні довжини сегментів, що з'єднують DTE з портом повторювача.
- Обмеження на максимальний діаметр мережі.

- Обмеження на максимальне число повторювачів і максимальну довжину сегменту, що з'єднує повторювачі.

Як DTE може виступати будь-яке джерело кадрів даних для мережі: **мережний адаптер, порт моста, порт маршрутизатора, модуль управління мережею** та інші подібні пристрої. Порт повторювача не є DTE. У типовій конфігурації мережі Fast Ethernet кілька DTE підключається до портів повторювача, утворюючи мережу зіркоподібної топології.

Специфікація IEEE 802.3u визначає наступні максимальні значення сегментів DTE-DTE:

Стандарт	Тип кабелю	Максимальна довжина сегмента
100Base-TX	Category 5 UTP	100 метрів
100Base-FX	Багатомодове оптоволокно 62.5/125 мкм	412 метрів (напівдуплекс) 2 км (повний дуплекс)
100Base-T4	Category 3,4 або 5 UTP	100 метрів

Повторювачі Fast Ethernet діляться на два класи. Повторювачі **класу I** підтримують всі типи систем кодування фізичного рівня: **100Base-TX/FX** і **100Base-T4**. Повторювачі **класу II** підтримують тільки один тип системи кодування фізичного рівня – **100Base-TX/FX** або **100Base-T4**.

В одному домені колізій допускається наявність тільки одного повторювача класу I. Це пов'язано з тим, що такий повторювач вносить велику затримку при поширенні сигналів через необхідність трансляції різних систем сигналізації.

Максимальне число повторювачів класу II в домені колізій – 2, причому вони повинні бути з'єднані між собою кабелем **не довше 5 метрів**. Невелика кількість повторювачів Fast Ethernet не є серйозною перешкодою при побудові мереж. По-перше, наявність стекових повторювачів знімає проблеми обмеженого числа портів – всі каскадно-підключені повторювачі представляють собою один повторювач з достатньою кількістю портів – до декількох сотень. По-друге, застосування комутаторів і маршрутизаторів ділить мережу на декілька доменів колізій, в кожному з яких зазвичай є не дуже велике число станцій.

У наступній таблиці зведені **правила побудови мережі на основі повторювачів класу I**.

Тип кабелю	Максимальний діаметр мережі	Максимальна довжина сегмента
Тільки вита пара (TX)	200 м	100 м
Тільки оптоволокно (FX)	272 м	136 м
Кілька сегментів на кручений парі і один на оптоволокні 260 м	100 м (TX)	160 м (FX)
Кілька сегментів на кручений парі і кілька сегментів на оптоволокні 272 м	100 м (TX)	136 м (FX)

Наведені в таблиці обмеження проілюстровані типовими конфігураціями мереж, показаними на рисунку 6.

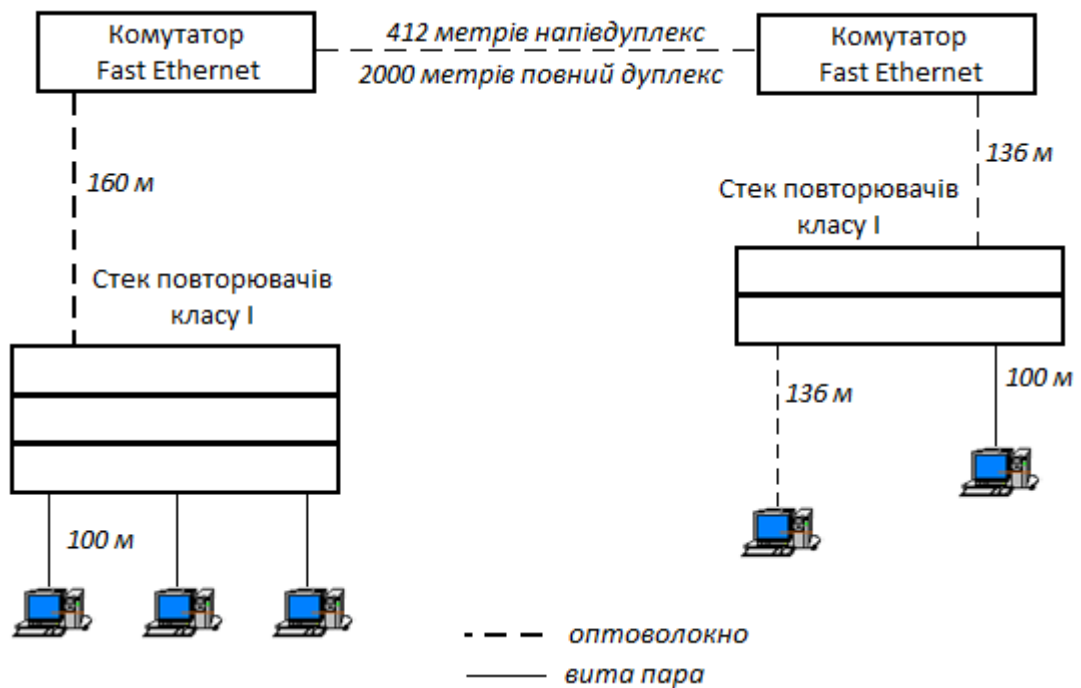


Рис. 6. Приклад побудови мережі за допомогою повторювачів класу I

MAC-адреса

MAC-адреса (Media Access Control – управління доступом до носія) – це унікальний ідентифікатор, що зіставляється з різними типами устаткування для комп'ютерних мереж. Більшість мережевих протоколів канального рівня використовують один з трьох просторів MAC-адрес, керованих IEEE: **MAC-48**, **EUI-48** і **EUI-64**. Адреси в кожному з просторів теоретично мають бути глобально унікальними. Не всі протоколи використовують MAC-адреси, і не всі протоколи, що використовують MAC-адреси, потребують подібної унікальності цих адрес.

У широкомовних мережах (таких, як мережі на основі Ethernet) **MAC-адреса дозволяє унікально ідентифікувати кожен вузол мережі** і доставляти дані тільки цьому вузлу. Таким чином, MAC-адреси формують основу мереж на канальному рівні, яку використовують протоколи більш високого рівня. Для перетворення MAC-адрес в адреси мережевого рівня і назад застосовуються спеціальні протоколи (наприклад, ARP і RARP в мережах TCP/IP).

Адреси типу **MAC-48 найбільш поширені**; вони використовуються в таких технологіях як **Ethernet, Token ring, FDDI** тощо. Вони складаються з **48 бітів**, таким чином, адресний простір MAC-48 налічує 248 (або **281 474 976 710 656**) адрес. Згідно підрахункам IEEE, цього запасу адрес вистачить щонайменше до 2100 року.

EUI-48 відрізняється від MAC-48 лише семантично: тоді як MAC-48 використовується для мережевого устаткування, **EUI-48 застосовується для інших типів апаратного і програмного забезпечення**. Ідентифікатори **EUI-64** складаються з 64 бітів і використовуються в **FireWire**.

Для того, щоб **дізнатися MAC-адресу** мережевого пристрою, використовуються наступні команди:

- Windows – **ipconfig/all**
- Windows – **getmac**
- Linux – **ifconfig-a | grep HWaddr**
- FreeBSD – **ifconfig|grep ether**
- HP-UX – **/usr/sbin/lanscan**
- Mac OS X – **ifconfig**, або в Системних налаштуваннях → Мережа → Вибрати підключення → Додатково → Ethernet → Ідентифікатор Ethernet.

Завдання

1. Використовуючи пакет **NetCracker**, побудувати локальну мережу технології Ethernet з наступними параметрами:

№ варіанта	Кількість робочих станцій	Кількість серверів	Тип середовища передачі	Модифікація
1	14	3	Вита пара	Fast Ethernet
2	13	2	Коаксіальний кабель	Ethernet
3	11	2	Вита пара	Fast Ethernet
4	11	1	Коаксіальний кабель	Ethernet
5	11	2	Вита пара	Fast Ethernet
6	15	2	Вита пара	Ethernet
7	10	2	Вита пара	Fast Ethernet
8	12	1	Коаксіальний кабель	Ethernet
9	14	3	Оптичне волокно	Fast Ethernet
10	15	2	Коаксіальний кабель	Ethernet
11	12	2	Оптичне волокно	Fast Ethernet
12	13	2	Вита пара	Ethernet
13	12	3	Оптичне волокно	Fast Ethernet
14	15	2	Оптичне волокно	Ethernet
15	14	2	Вита пара	Fast Ethernet
16	13	3	Коаксіальний кабель	Ethernet
17	15	2	Оптичне волокно	Fast Ethernet
18	12	2	Коаксіальний кабель	Ethernet
19	12	1	Оптичне волокно	Fast Ethernet
20	12	1	Коаксіальний кабель	Ethernet
21	14	2	Вита пара	Fast Ethernet
22	11	3	Вита пара	Ethernet
23	12	2	Оптичне волокно	Fast Ethernet
24	11	1	Коаксіальний кабель	Ethernet
25	14	3	Коаксіальний кабель	Ethernet

Для з'єднання між собою всіх складових мережі використати **комутатор**.

2. На всіх робочих станціях та серверах встановити наступне програмне забезпечення: «**File server**», «**E-mail server**», «**SQL server**», «**FTP server**», «**Small office database server**», «**HTTP server**». Для цього необхідно в списку компонентів (**Browser Pane**) вибрати категорію «**Network and enterprise software**», у ній знайти необхідне програмне забезпечення і помістити його на відповідні об'єкти в мережі.

3. Задати параметри трафіку між вузлами мережі. Трафік задається від кожної робочої станції та сервера до кожної робочої станції та сервера. Тип трафіку визначається згідно **Варіанту**.

№	Тип трафіку
1	LAN peer-to-peer traffic
2	FTP
3	E-Mail (SMTP)
4	HTTP
5	SQL server's client
6	Small office database server's client
7	Small office peer-to-peer

№ варіанта	Тип трафіку			№ варіанта	Тип трафіку		
1	4	2	1	14	5	3	6
2	2	5	6	15	7	6	3
3	4	6	1	16	5	1	4
4	4	5	1	17	2	1	3
5	2	7	3	18	1	3	5
6	1	2	6	19	3	5	6
7	5	7	3	20	3	1	5
8	3	1	6	21	4	6	2
9	5	6	1	22	6	4	5
10	1	6	5	23	6	1	5
11	5	3	4	24	5	4	1
12	3	5	6	25	1	2	7
13	2	3	7				

4. Вивести наступні **статистичні характеристики**: середня завантаженість («**Average workload**») вузлів, каналів передачі даних, комутатора; середня затримка («**Average response time**»); кількість прийнятих пакетів за секунду («**Packets for last second**»), відкинутих пакетів («**Packets dropped for last second**»).
5. Скласти звіт про проведені дослідження.
6. **Підшити звіт в папку-швидкозшивач.**

Зміст звіту

1. Титульний аркуш з назвою лабораторної роботи, номером варіанта, прізвищем студента і назвою групи, в якій він навчається.
2. Схема локальної мережі.
3. Статистичні характеристики результатів імітаційного моделювання.

Контрольні питання

1. Типи кабелів, що використовуються для побудови комп'ютерних мереж.
2. Коаксіальний кабель. Принцип дії. Конструкція.
3. Класифікація коаксіальних кабелів.
4. Категорії коаксіальних кабелів.
5. Вити пара. Конструкція кабелю типу вити пара.
6. Причинами переходу на вити пару.
7. Види кабелю типу вити пара.
8. Категорії кабелю типу вити пара.
9. Схеми обтискання вити пари.
10. Оптичне волокно або оптичне волокно.
11. Різновиди оптичного волокна.
12. Причини переходу на оптичне волокно.
13. Максимальна протяжність кабелю, без повторювача, для кожного з типів носія із зазначенням відповідного стандарту передачі даних.
14. Ethernet. Визначення. Історія виникнення.
15. Основні різновиди Ethernet.
16. Максимальна швидкість передачі даних для кожного з різновидів Ethernet.
17. Тип носія, що використовується для кожного з різновидів Ethernet.
18. Дуплексний/напівдуплексний режим передачі даних.
19. MAC-адреса.
20. Команди, що використовуються, для виведення MAC-адреси для різних операційних систем.