Національний університет

*«Києво-Могилянська Академія»*

Курсова робота

**Топології мереж.**

**Граф як основа побудови**

**комп’ютерної мережі.**

виконав

студент ІІІ курса

департамента комп’ютерних

технологій

Кравченко Іван

Науковий керівник: Медвєдєв М. Г.

Київ, 1998 рік

**Зміст роботи**

1. Вступ.

2. Топології комп’ютерних мереж

2.1 Аналіз топологій мереж

2.2 Вибір топології мережі

3. Структурована кабельна система (СКС)

3.1 Загальні відомості про з’єднувальні матеріали

3.2 Реалізація кабельної системи

3.3 Архітектури комп’ютерних мереж

4. Типові реалізації комп’ютерних мереж

4.1 Методи доступу робочих станцій до середовища передачі данних

4.2 Приклад реалізації мережі середнього підприємства.

5. Висновки

6. Додаток 1

7. Додаток 2

8. Додаток 3

9. Використана література

**1. Вступ**

З розвитком комп’ютерної техніки стала можливою обробка потоків інформації, що постійно збільшуються та стають дедалі складними. Для обміну інформацією між комп’ютерами винайшли способи іх з’єднання, використовуючи різні фізичні середовища для передачі данних.

Система, яка поєднує в собі апаратне та програмне забезпечення, а також засоби з’єднання комп’ютерів називається комп’ютерною **мережею**, яка характеризується багатьма параметрами. Основними з них є топологія та архітектура. Крім того, мережі характеризуються додатковими параметрами, такими як ступень швидкодії, надійності, захищеності та іншими. В цій роботі пропонується взяти за приклад деяки аспекти побудови мережі на 40 - 50 робочих місць (що в реальному житті відповідає мережі середнього офісу або невеликого підприємства) з можливістю її подальшого розвитку.

1. **Топології комп'ютерних мереж**

**2.1 Аналіз топологій мереж**

При проектуванні мережі в першу чергу треба розробити її топологію. При правильному підході до цього питання мають бути ретельно проаналізованими такі характеристики мережі, як передбачувані обсяги інформації, яка буде оброблюватися, кількість робочих станцій та серверів, типи з’єднань, необхідна швидкість передачі данних, поділ мережі на сегменти тощо. Від неупередженого підходу до цього питання залежить майбутня продуктивність мережі.

В загальному випадку, **топологією** можна назвати форму розміщення кабелів, які з’єднують всі компоненти мережі. Існують три основних типи топологій: в вигляді *шини*, *зірки* та *кільця*. Використовуються також різні варіанти їх комбінацій. Розрізняють також **фізичну** топологію, яка визначає фізичне розміщення вузлів та з’єднань (шина, зірка, кільце), і **логічну**, при якій визначаються напрям і порядок обробки потоків данних (шина, кільце).

При аналізі топологій мереж використовуються таке поняття, як робота багатопроцесорного паралельного комплексу, в якому кожний процесор є окремим комп'ютером в мережі, а зв'язки між процесорами являють собою ліній, якими з'єднано робочі станції.

Існує багато підходів до побудови паралельних комплексів. Класифікацію їх архітектур почнемо з машин безпосереднього зв'язку, в яких кожен процесор безпосередньо пов'язаний з декількома іншими. За такої архітектури кожен процесор має власну пам'ять, яка містить локальні змінні та сполучаються один з одним за допомогою керуючих сигналів.

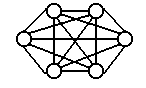
Машини безпосереднього зв'язку подаються у вигляді графу: кожен процесор позначається вершиною графа, зв'язок між процесорами — дугами. Відстань між процесорами P1',P2' визначається як відстань між вершинами у графі: відстанню є таке мінімальне число d, що існує послідовність P1' = P0, P1, P2, ..., Pd = P2', де Pi - сусід Pi+1; два процесори називаються сусідами, якщо вони з'єднані безпосередньо.

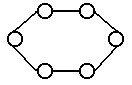
**Діаметром** машини безпосереднього зв'язку називається максимальна відстань між двома будь-якими процесорами.

**Степенем** процесора називається кількість його сусідів. Степенем машини безпосереднього зв'язку називається максимальний степінь процесора, задіяного у паралельному комплексі. Будь-який комплекс зі степенем k має, як мінімум, діаметр logP/logk -1 (Готліб та Крускал [16]).

**Схемою з'єднання** будемо називати сполучення декількох процесорів в один комплекс за деякими правилами.

Для спрощення будемо вважати, що два сусідні процесори можуть з'єднатися за один такт. Для великих схем з'єднання це твердження нереальне через їх фізичні можливості, але для паралельних процесорів помірного розміру це реально. Розглянемо різні архітектури машин безпосереднього зв'язку.

**Схема повного з'єднання**. Малюнок 1. В ній кожен процес пов'язаний з усіма іншими. Її позитивними рисами є те, що діаметр цієї схеми дорівнює 1, а з'єднання будь-яких двох процесорів відбувається за один такт. На практиці мережі повного з'єднання мають свої недоліки. Через велику кількість дроту такі мережі не можуть мати велику кількість процесорів. Кількість зв'язків, необхідних для комутації P процесорів, дорівнює P\*(P-1)/2.

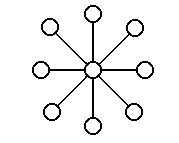


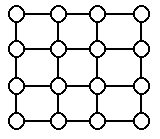
Малюнок 1. Малюнок 2

Схема повного з'єднання. Схема з'єднання в коло

для 6 процесорів. для 6 процесорів.

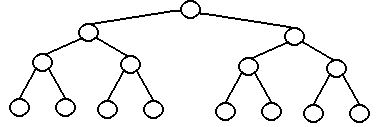
**Схема з'єднання в коло**. Малюнок 2. Ця архітектура більш реалістична і будується просто. Кількість дроту дорівнює кількості процесорів. Діаметр дорівнює P/2, середня відстань між процесорами дорівнює приблизно P/4. Передача інформації відбувається по колу за чи проти ходу годинникової стрілки при спільній роботі всіх P процесорів. Для обміну даними між будь-якими двома процесами необхідно зробити не більш ніж P-1 такт.

**Двовимірна архітектура мережевого з'єднання [20]**. Малюнок 3. Діаметр цієї схеми з'єднання дорівнює 2 \* (P1/2 - 1) - відстань між протилежними кутовими процесорами мережі. Передача інформації між двома процесами відбувається за O(P1/2) тактів - передача по рядкам та стовпчикам. Більш загальною моделлю є d-вимірна архітектура, діаметр якої дорівнює d\*(P1/d-1), передача даних відбувається за O(d\*P1/d) тактів. Ця модель широко використовується для розв'язку дифференційних рівнянь (звичайних чи в часткових похідних) та рівнянь математичної фізики.



Малюнок 3. Двовимірна архітектура Малюнок 4. Зірка з 9 процесів.

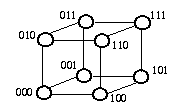
мережевого з'єднання для 16 процесорів.

**Зірка**. Малюнок 4. Для з'єднання N процесів за зіркоподібною архітектурою необхідно обрати один з них і поєднати його з іншими N-1 процесами. Отже з визначення цієї моделі випливає, що кількість дротів дорівнює N-1, а діаметр схеми дорівнює 2. Для великої кількості процесів ця модель неправдоподібна, оскільки при передачі даних центральний процесор буде перевантаженим і при великій кількості інформації що передається робота комплекса буде гальмуючою.

Малюнок 5. Бінарне дерево розміру 15.

**Бінарне дерево**. Малюнок 5. Деревоподібна архітектура має найменший діаметр серед всіх існуючих, який дорівнює для бінарного дерева 2lg((P+1)/2) - відстань між двома листами, шлях між якими проходить через корінь. Для k-арних дерев діаметр зменшується зі збільшенням k. Недоліком деревоподібних мереж є те, що обмін даними між процесами відбувається за лінійний час, а процес-корінь є вузьким горлом при передачі інформації.

Багатопроцесорний комп'ютер з паралельною обробкою інформації називається деревовидною машиною (tree machine) [33], якщо його процесори сполучені зв'язками так, що утворюється топологія повного бінарного дерева. Такий комп'ютер має 2d-1 процесорних елементів для деякого d, які розбиті на d рівнів, пронумерованих від 1 до d. Кожний процесор на рівні j, 1ЈjЈd, зв'язаний з єдиним процесором на рівні j-1 (батьком), та з двома процесорами на рівні j+1 (синами). Зв'язки між процесами розташовані таким чином, що безпосередньо обмінюватися інформацією можуть лише батько з сином. Єдиний процесор на першому рівні називається коренем в топології дерева, а процесори на рівні d — листами. Корінь не має батька, а листи не мають синів. На малюнку 15 зображена топологія деревовидної машини з d=4 рівнями, яка містить 24-1 = 15 процесорних елементів.

**Схема з'єднання в куб**. Малюнок 6. Якщо d - вимірність гіперкуба, то він містить P=2d процесів. Передача даних відбувається за тактів. Кожен процесор сполучається з d сусідами. Діаметр кубічної мережі дорівнює точно logdP. Кожен процесор можна ідентифікувати d-вимірним вектором бітів. Тоді відстань між процесами можна визначити, коректуючи біти їх номерів. Щоб дістатися до протилежних процесорів треба скоректувати бітів - з 00...0 до 11...1.



Малюнок 6.Схема з'єднання в куб розміру 8.

**Схема сумішно-обмінного з'єднання** (shuffle - exchange). Малюнки 7а.7б. Ця архітектура мережі є однією з найкращих для паралельної обробки інформації: її діаметр приблизно дорівнює 2\*lgP, кількість тактів для обміну між двома процесами - 4\*lgP-3. Використовується вона в телефонних комунікаціях. Ця схема вирішує проблеми великого діаметра моделі та повільного часу обміну між двома процесами. Кожен процес з'єднується з іншими за правилом, яке визначає функція суміші для P=2\*id процесорів:

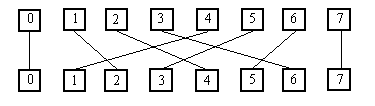


s(i)= тоді s-1(i)=

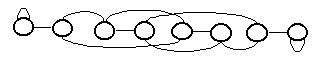
Якщо номер процеса i представити у двійковому коді idid-1...i2i1, то функцію суміші можна подати в наступному вигляді:

s(idid-1...i2i1)=id-1id-2...i1id і s-1(idid-1...i2i1)=i1id...i3i2.

Визначивши функцію суміші, запишемо правило за яким з'єднуються процеси в сумішно-обмінній моделі. В ній кожен процес Pi має три сусіди: Pj, де j відрізняється від i останнім бітом у двійковому розкладі, P s(i) та P s-1(i).



Малюнок 7а. Логічна схема сумішного з'єднання.



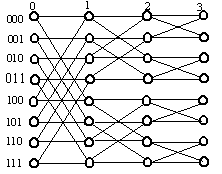
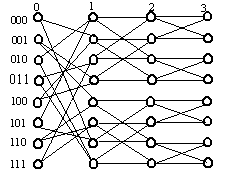
Малюнок 7б. Модель комп'ютера сумішно-обмінного з'єднання розміру 8.

**Схема сумішно-зсувного з'єднання** (shuffle - shift).Малюнок 8. Якщо ми у попередній архітектурі сумішно-обмінного з'єднання сполучимо кожний процесор з наступним та попереднім, то отримаємо сумішно-зсувне з'єднання, яке програмувати на практиці значно легше. Шварц назвав такі комп'ютери ультракомп'ютерами. Схему сумішно-зсувного з'єднання зручно використовувати при розв'язку задачі методом 'розділяй та володарюй'.

Малюнок 8. Модель комп'ютера сумішно-зсувного з'єднання розміру 8

**Схема з'єднання метеликом [5]** (butterfly network). Малюнок 9а. Метелик з N входами подається графом з рівнів, кожен з яких містить N вершин. j-та вершина на i-ому рівні позначається j1j2...jlogN,i, де j1j2...jlogN - бінарне подання числа j і вона з'єднується з вершинами j1j2...jlogN,i+1 та j1j2...jiji+2...jlogN,i+1 на рівні i+1. На нульовому рівні розташовані вхідні вершини, на рівні logN — вершини виходу. Шлях, який проходять дані з будь-якого входу на будь-який вихід визначається однозначно за номером виходу і його довжина дорівнює . З будь-якої вершини виходять дві дуги: нагору(0) та вниз(1). Наприклад, якщо виходом буде вершина 101, то з якого б входу ми не пішли, підемо вниз, вгору, вниз і обов'язково потрапимо у вихід 101. На малюнку 9б зображена схема метелика з випадковим з'єднанням вершин першого рівня. Його зв'язки повністю співпадають зі зв'язками стандартного метелика окрім першого рівня. З кожної вершини першого рівня виходить дві дуги в будь-які вершини другого рівня, одна з останніх повинна знаходитися в верхній половині, друга - в нижній.





Малюнок 9а. Схема з'єднання Малюнок 9б. Метелик з випадковим

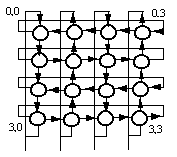
метеликом для 32 процесів. з'єднанням першого рівня.

Схема метелика належить до великого класа розчеплених багатостанових мереж (splitter multistage interconnection networks). Перемикачі на кожному рівні розчепленої мережі можна розбити на блоки. Всі перемикачі рівня 0 належать одному блоку. На рівні 1 існує два блоки - один складається з верхніх N/2 прцесів, другий - з нижніх N/2 процесів. Взагалі, на рівні кількість блоків дорівнює 2i, розмір кожного з яких дорівнює N/2i. Кожний блок на рівні i з'єднується з двома блоками на рівні i+1 - Bhigh та Blow, відповідно верхній та нижній блоки. Розгалуження блоку на два і називається розчепленням. Розчеплена мережа має складність d, якщо будь-яка вершина, яка не є вхідною, має 2d вхідних ребер, а з будь-якої вершини, яка не є виходом, виходить d верхніх та d нижніх ребер. Схеми метелика,які наведено на малюнках 9а та 9б, є розчепленими мережами складності 1. В розчеплених мережах існує лише один шлях між вхідною та вихідною вершиною.

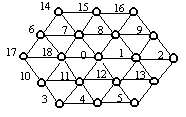
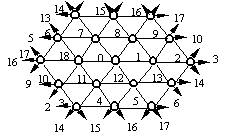


**Мережа вулиць Манхетена** [31] (Manhattan Street Network) (Малюнок 10) є двовимірна прямокутна мережа безпосереднього з'єднання, яка складається з N=m\*n процесів, кожен з яких має ідентифікаційний номер (a,b), де 0ЈaЈm-1, 0ЈbЈn-1. Вершина (a,b) сполучається зв'язками з вершинами (x,b) та (a,y) наступним чином: (x,b) = {(a+/-1) mod m, b}, +/- коли b парне/непарне та (a,y)={a, (b+/-1) mod n}, +/- коли a парне/непарне. Напрямок з'єднань цієї мережі співпадає з напрямком руху по вулицям Манхетена. Діаметр мережі дорівнює N1/2+1, середня довжина шляхів між двома вершинами — (N3/2/2+N-4)/(N-1) [31].

HR4-мережа [34], або торовидна мережа, виглядає як і мережа вулиць Манхетена за винятком того, що її зв'язки двонаправлені. Її діаметр дорівнює N1/2, середня довжина шляхів — N3/2/(2\*N-2) [31].



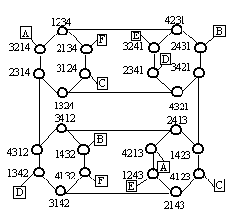
Малюнок 10. Мережа вулиць Манхетена розміру 4\*4.

**Шестикутна мережа** [32] (Hexagonal Mesh — H Mesh) (Малюнок 11). Незгорнута шестикутна мережа представляє собою множину вершин, які знаходяться у вузлах шестикутної решітки. Розміром шестикутника будемо називати кількість процесорних елементів на його одній стороні. В центрі решітки знаходиться процесор з ідентифікаційним номером P0. Навколо процесора P0 знаходиться шестикутник розміру 1, кожен процес якого сполучений зв'язками з P0. І взагалі, навколо шестикутника розмцру k знаходиться шестикутник розміру k+1, які сполучаються як показано на малюнку 11. Розміром шестикутної мережі називається кількість шестикутників, задіяних в архітектурі.

Малюнок 11а. Незгорнута Малюнок 11б. Згорнута

шестикутна мережа розміру 3. шестикутна мережа розміру 3.

**Зірчатий граф**. Мережа, топологією якої є зірчатий граф, представлена у [35] і зображена на малюнку 12. Ця топологія є однією з найпривабливіших при розробці архітектур симетричних мереж завдяки невеликому діаметру, малій степені вершин, симетрії, та великій надійності при передачі даних. Основними напрямками робіт є вивчення топологічних властивостей зірчатого графу, питань надійності та стійкості до відмов, розробка алгоритмів [35].



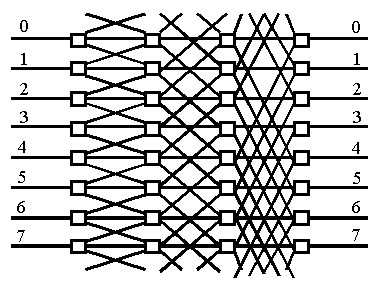
Малюнок 12. Зірчатий граф S4.

Зірчатий граф розміру n, який позначається Sn, представляє собою симетричний граф степеню n-1, який має n! вершин. Кожна вершина має свій власний ідентифікаційний номер, який представляється кортежем з n елементів — перестановкою множини {1,2,...,n}. Дві вершини з'єднані зв'язком i, якщо номер однієї вершини можна буде отримати з номера другої вершини перестановкою першої (лівої) та i-тої цифри, де 1<iЈn.

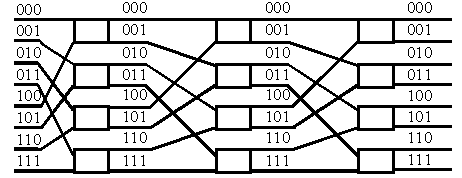
**Гама мережа** [38] розміру N=2n складається з n+1 станів, кожний стан має N перемикачів. Кожний перемикач в проміжному стані має тип 3\*3, в першому стані — 1\*3, в останньому — 3\*1. N входів та N виходів занумеровані від 0 до N-1 як показано на малюнку. Стани занумеровані від 0 до n зліва направо. j-ий перемикач стану k з'єднується з трьома перемикачами стану k+1 відповідно до функцій: fBk(j) = j + 2k(modN), fUk(j) = j - 2k(modN), fSk(j) = j. Ці функції визначають відповідно нижній, верхній та прямий зв'язок. Гама мережа розміру 8 подана на малюнку 13.

**Омега мережа** [39] розміру N=2m або N\*N складається з m=log2N однакових станів і має N входів та виходів. Кожний стан містить N/2 перемикачів типу 2\*2. Кожний зв'язок має свій номер, який подається у двійковому коді. На малюнку 4 зображено омега мережу розміру 8\*8.

Шлях між довільними входом та виходом може бути поданий парою (s,d) де s=s0s1...sm-1 — двійкова адреса входу, d=d0d1...dm-1 — двійкова адреса виходу. Шлях однозначно визначається послідовністю s0s1...sm-1d0d1...dm-1, яку будемо називати кодом шляху. m-бітовим вікном Wi в позиції i будемо називати послідовність з m бітів яка починається з i-ої позиції в коді шляху. Тоді вікно Wi визначає шлях повідомлення що передається на i-ому стані. Наприклад для передачі інформаційного пакету з 100 в 011 код шдяху буде 100011, вікна: W0=100, W1=000, W2=001, W3=011.

Стани: 1 2 3 4

Малюнок 13. Гама мережа розміру 8.



Малюнок 14. Омега мережа.

* 1. **Вибір топології мережі**

На практиці найпоширенішого використання дістали комп’ютерни мережі, які будуються на основі топологій типу шина, зірка та кільце. Це пов’язано зтим, що при реалізації мереж в офісах та на підприємствах вимоги до продуктивності, надійності та захищеності цих структур суттєво відрізняються від вимог до мереж військового або наукового профілю. В доданку 3 приведено порівняльний аналіз декількох найпоширеніших топологій стосовно реалізації автоматизованої системи керування озброєнням військового корабля. А нижче буде розглянуто властивості трьох основних типів топологій а також можливості їх фізичної реалізації.

При використанні **шинної** топології (доданок 1) всі комп’ютери під’єднуються до одного *загального кабеля*, на кінцях якого встановлюються кінцеві резистори (термінатори). У випадку, коли один з під’єднаних комп’ютерів не працює, це загалом не впливає на роботу мережі; у випадку, коли порушується цілістність кабеля або з’єднувального пристрою на будь-якій ділянці мережі, то вся мережа стає працювати. В зв’язку з тим, що тут використовується один загальний кабель, мережні методи взаємодії пропонують розподілену (Shared) в одному часовому проміжку обробку всіх запитів на з’єднання та передачу інформації від всіх комп’ютерів. В ситуації, коли кількість під’єднаних до мережі машин збільшується, час обробки кожного запиту збільшується, а сумарна продуктивність мережі сильно зменшується.

В топології типу **зірка** кожний комп’ютер під’єднується до особливого пристрою, що називається *концентратор (hab*), який розмножує та передає сигнал по всіх під’єднаних до нього кабелях. Аналогічно до шинної топології, цей варіант схильний до зменшення продуктивності при збільшенні кількості комп’ютерів в мережі.

Для збільшення продуктивності мережі та підтримки постійної швидкості обміну для всіх з’єднань водночас замість концентратора треба використовувати *комутатор* *(Switch*), який організовує віртуальні канали для кожного з’єднання між вузлами мережі. В цій топології несправність в одному з кабелів призведе до припинення роботи лише одного комп’ютера, але не всієї мережі. При відмові концентратора або комутатора всі під’єднані до нього комп’ютери будуть від’єднані від мережі.

В **кільцевій** топології всі комп’ютери з’єднано *замкненим в кільце кабелем*. Комп’ютер, що «бажає» передати інформацію, посилає спеціальний маркер із своїми данними. В цьому маркері також міститься адреса відправника та одержувача. Комп’ютер-одержувач, прочитавши його, посилає цей же маркер назад, щоб підтвердити одержання, а відправник , в свою чергу, одержує його і передає наступному в кільці комп’ютеру, щоб і він мав можливість передати свої данні. Такий метод взаємодії визначає більш низький темп зменшення сумарної продуктивності мережі порівняно з шинною топологією, але при несправності в будь-якій ділянці кабеля вся мережа перестає функціонувати.

Проаналізувавши топології мереж, що наведено вище, можна сказати, що в реалізованому прикладі (мережа на 40-50 комп’ютерів) найоптимальнішою буде зіркоподібна топологія. Іноді на підприємствах зустрічаються більш старі мережі, наприклад TokenRing або ArcNet, які використовують топологію кільця або шини. В такому випадку, їх можна з’єднати з новою мережею, якщо використати відповідні перехідні пристрої, і одержати таким чином комбіновану топологію.

3. **Структурована кабельна система**

3.1 **Загальні відомості про з’єднувальні матеріали**

Для побудови локальних мереж використовують один з наступних кабелей: *коаксіальний, вита пара* та *оптоволоконний*. Всі вони характерізуються різною перешкодозахищеністю та різною ймовірністю несанкціонованого доступу до інформації, яка по них передається.

**Коаксіальний (Coaxial)** кабель, який складається з однієї центральної жили та екрану навколо неї, має середній ступень перешкодозахищеності від зовнішніх електромагнітних полей. Для підвищення перешкодозахищеності його екрануючу обплітку необхідно заземляти. Електричні сигнали, що проходять по ньому створюють,в свою чергу, досить потужне електромагнітне поле, яке досить легко сприймають безконтактні датчикі несанкціанованого зняття інформації. Тому багато виробників кабелей використовують різні технічні та технологічні хитрощі для зниження рівня цього наведеного електромагнітного поля. Звичайно, це не повинно лякати тих, у кого по мережі передається інформація не особливо секретного характеру. Для побудови локальних мереж використовуються два типи: тонкий RG - 58 та товстий RG -62. Кабель RG - 58 діаметром 0.5 см з хвильовим опором 50 Ом забезпечує середній рівень згасання сигналу та перешкодозахищеності. RG - 62 (діаметр біля 1 см) з хвильовим опором 50 Ом забезпечує малий рівень згасання сигналу та високу перешкодозахищеність. Кабель RG - 62 використовується рідко через досить високу вартість та труднощів монтажу. Застосовується для прокладення магистральної проводки.

Кабель **«вита пара» (Twisted Pair),** також називаємий неекранованою витою парою (UTP), складається з попарно звитих з певним кроком ізольованих мідних дротів, в результаті чого наведені електромагнитні поля частково взаємокомпенсуються. При проводці цього кабеля необхідно жорстко дотримуватись правил, визначених в стандартах IEEE, бо він має низький ступень перешкодозахищеності від зовнішніх електромагнітних полей.

Для підвищення перешкодозахищеності та зниження рівня власного випромінювання розроблено кабелі STP з екрануючою обпліткою, FTP з екраном з фольги навколо всіх пар дроту та S/FTP з екрануючою обпліткою поверх FTP. Є ще 2 типи кабеля, де кожна пара має власний металевий екран і всі пари разом загорнуто або в металеву обплітку (S/STP), або в фольгу (F/STP). Ці екрани необхідно заземляти для зниження рівня перешкод від зовнішніх електромагнітних полей.

Існує ще й така характеристика витої пари як *категорія*. Для локальних мереж використовують кабелі 3, 4 та 5 категорій. Кабель категорії 5 дозволяє передавати інформацію з швидкістю 100 Мбіт/c в синхронному режимі передачі та 155 Мбіт/с в асинхронному, 4 категорії - 20 Мбіт/с і 3 категорії - 16 Мбіт/c. Кожний з цих кабелей характерізується різною кількістю скруток кожної пари дроту на одиницю довжини.

**Оптоволоконний (Fiber-Optical, FO)** кабель, на відміну від попередніх, зовсім не доступний перешкодам, тому що інформація передається за допомогою світлових хвиль. Не створюючи електромагнітного поля, він також не доступний безконтактному несанкціанованому зняттю інформації, що гарантує її повну конфеденційність. Кабель забезпечує повну гальваничну розв’язку і тому не потребує заземління або виконання інших умов електробезпеки. FO відрізняються широкою смугою пропускання, надають можливість передавати сигнали з швидкістю до десятків Гбіт/с на відстані до100 км, мають малі габарити та вагу.

**3.2 Реалізація структурованої кабельної системи**

Правильний підхід до створення локальної мережі передбачає побудову на початковому етапі структурованої кабельної системи (СКС). Під цим поняттям розуміють сукупність *горизонтальної* (розміщеної в одному приміщені або на одному поверсі), *магістральної* (з’єднання будинків, відділів, сегментів) та *вертикальної* (міжповерхові) кабельної проводки, монтажних коробів і шаф, а також різного пасивного мережного обладнання: розетки, комутаційні панелі тощо. Структурованість кабельної системи - це поділ її на відносно самостійні функціональні рівні з резервуванням за кількістю під’єднань (для полегшення реконфігурації та розширення мережі), які часто об’єднують комп’ютерні, телефонні, телевізійні, охоронні та силові мережі. Роботи по проектуванню і монтажу інформаційної мережі найкраще проводити на стадії капітального будівництва або ремонту приміщень. При цьому, з метою підвищення надійності мережі та можливості подальшого нарощування її продуктивності при встановленні кабельної системи бажано провести резервні лінії, при можливості різними маршрутами. Це особливо стосується вертикальної та магістральної проводки.

До вибору обладнання для СКС (яке, доречі, коштує 50 % вартості всієї мережі) необхідно підходити дуже серйозно. Воно має задовольняти вимогам стандартів IEEE (Institute of Electric and Electronic Engineers), NEC (National Electrical Code), EIA/TIA (Electronic Industry Association/ Telecommunication Industry Association) та іншим, що надалі звільнить від проблем з використанням активного обладнання (мережні плати, комутатори, концентратори і т.д.) різних виробників.

На кабелях, що використовуються в СКС, обов’язково повинне стояти маркування UL, що свідчить про те, що вони пройшли тестування в незалежній організації Underwriters Laboratories на відповідність стандартам NEC та EIA/ TIA.

СКС також має бути розрохована на перспективу та надавати можливість використовувати при модернізації мережі більш швидкісне активне обладнання при збереженні значної частини кабельного господарства. З цією метою СКС бажано робити з використанням або оптоволокна на всіх ділянках, що досить коштовно через високу вартість активного обладнання, яке використовується, або витої пари 5 категорії для горизонтальної проводки і оптоволокна для вертикальної та магістральної. Останній варіант є найоптимальнішим, хоча часто з метою економії коштів вертикальну й магістральну проводку виконують на витій парі 5 категорії.

Одним з важливих чинників, що характерізують СКС, є встановлення всього комутаційного обладнання в одну або декілька монтажних шаф. Це суттєво полегшує комутацію та сегментацію вузлів мережі і водночас ускладнює несанкціанований доступ до цього обладнання.

**3.3 Типи архітектур комп’ютерних мереж**

Кабельна система, яка з’єднує всі вузли мережі в різні топології, разом з програмним забезпеченням, яке визначає методи і протоколи обміну, називається **мережною архітектурою**. Зараз їх налічують більш двох десятків: ArcNet, TokenRing, Ethernet, Fast Ethernet, FDDI, 100VG-AnyLan, Gigabit Ethernet, ATM та інші.

**ArcNet**(Attached Resource Computer Network) - архітектура мереж з розподіленим середовищем і широкомовною передечею, що працює з швидкістю 2.5Мбіт/с (є реалізація *ArcNetplus* з швидкістю передачі 20Мбіт/c). Використовується топологія типу «зірка» або «шина». Як правило, в ній використовується коаксіальний кабель RG-62 , але можна використати виту пару та оптоволокно. Максимальна довжина кабеля в одному кабельному сегменті становить для коаксиала - 600 м, UTP - 100 м, STP - 200 м, а максимальна кількість сегментів - 3. Максимальна відстань між активними концентраторами, що з’єднують сегменти,- 610 м.

**TokenRing** (маркерне кільце) будується в вигляді зірки, а працює як кільце. Використовуються двопарні екрановані (STP) та неекрановані (UTP) виті пари і оптоволокно. При використанні кабеля STP його максимальна довжина в сегменті - 100 м, а для UTP - 45 м. Швидкість передачі данних становить 4 або 16 Мбіт/с. Зараз розробляється більш швидкісний варіант. Максимальна відстань між вузлом і концентратором - 100 м, а максимальна кількість концентраторів - 33. Максимальна відстань між ними - 200 м, а для оптоволокна - 1 км.

Ця архітектура не поширена так, як Ethernet або ArcNet, через високу вартість обладнання.

**AppleTalk** - набір мережевих протоколів фірми Apple для з’єднання всіх апаратних засобів Apple та Macintosh. Використовуються наступні типи архітектур:

*LocalTalk* для більшості старих систем Macintosh, не потребує мережевої плати. Використовується кабель вита пара, інтерфейс RS-422 і метод доступу CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance -множинний доступ з прослуховуванням та уникненням колізій). Архітектура характеризується простотою та невеликою вартістю обладнання.

*EtherTalk* - реалізація Ethernet в версії Apple. EtherTalk Phase 1 базується на версії Ethernet II, а EtherTalk Phase 2, яка замінила LocalTalk в нових системах Macintosh, на Ethernet 802.3.

*TokenTalk* - реалізація TokengRing в версії Apple.

*FDDITalk* - реалізація архітектури FDDI з швидкістю передачі 100 Мбіт/с в версії Apple.

**Ethernet** - найпоширеніша зараз архітектура мережі з розподіленим середовищем (всі користувачі «поділяють» смугу пропускання між собою) і методом доступу CSMA/CD (широкомовна передача з виявленням колізій). Вона порівняно легко інсталюється, має продуктивність 10 Мбіт/с і досить низьку вартість. Завдяки інтенсивній експлуатації упродовж багатьох років всі її компоненти пройшли гарну перевірку. Найширше використовуються наступні фізичні реалізації:

*10Base5*, *ThickNet* («товстий») абож *Standart Ethernet*, який використовує товстий коаксіальний кабель та шинну топологію. Максимальна довжина сегмента - 500. За рахунок з’єднання із повторювачами до п’яти сегментів максимальна довжина мережі складає 2500 м. До трьох з п’яти можливих сегментів, використовуючи AUI (Attachment Unit Interface) кабель і трансивер (пристрій для гальваничної розв’язки та виявлення колізій), можна під’єднати до 100 вузлів. Інші два сегменти використовують для збільшення загальної протяжності мережі.

*10Base2*, *ThinNet* («тонкий») абож *CheaperNet* («дешевий») використовує тонкий коаксіальний кабель. Максимальна довжина сегмента - 185 м (для деяких мережевих адаптерів - 300 м). Дозволяється з’єднання до п’яти сегментів, до трьох з яких можна під’єднати лише 30 вузлів. При цьому максимальна довжина мережі складає 925 м. Вузли під’єднуються до кабеля за допомогою Т-конектерів, які встановлюються на мережевій платі, або за допомогою спеціальних розеток, які забезпечують неперервність лінії при від’єднанні комп’ютера від мережі. Трансивери, як правило, вбудовуються в мережеву плату. 10Base2 широко використовується й зараз для побудови дешевих мереж і для з’єднання концентраторів.

*Ethernet* на витій парі (*Twisted-pair*) або *10BaseT* використовує дві виті пари UTP (STP) категорії 3, 4 або 5 і має продуктивність в 10 Мбіт/с. При використанні модернізованих мережевих плат і 4 пар дроту можна організувати повнодуплексний ( Full duplex) режим роботи з швидкістю 20Мбіт/с. Фізична топологія - зірка, а логічна - шина, де кожний вузол під’єднується до порту концентратора кабелем довжиною до 100 метрів. Можливе використання п’яти послідовно ввімкнених кабельних сегментів при максимальній кількості вузлів - 1024. Диаметр мережі - 500 м.

*Fast Ethernet* на витій парі має дві реалізації: *100BaseTX* та *100BaseT4* з швидкістю роботи 100 Мбіт/с. Топологія і характеристики під’єднання вузлів ті самі, що й в попередньому варіанті. Середовище передачі для 100BaseTX - дві виті пари UTP (STP) категорії 5, а для 100BaseT4 - чотири пари UTP (STP) 3, 4 або 5 категорії. Також існує повнодуплексний режим в 100BaseTX з швидкістю передечі 200 Мбіт/с, для реалізації якого використовуються чотири пари кабелів UTP або STP.

*Fast Ethernet* на оптоволокні *10BaseF* і *100BaseFX* реалізується найчастіше в вигляді зіркоподібної топології з використанням двох оптоволоконних кабелів - один для прийому інформації, інший для передачі. Використовується багато- та одномодове оптоволокно з максимальною дальністю передачі 2000 м та 4500 м і швидкістю передачі 10 Мбіт/с та 100 Мбі т/с відповідно. Хоча оптоволокно має досить високу ціну, в неї є ряд переваг: нечутливість до електричних та електромагнітних перешкод, гальванична розв’язка вузлів, великі відстані та швидкості передачі данних, широка смуга пропускання.

*Gigabit Ethernet* - технологія з швидкістю передачі данних 1 000 Мбіт/с, яка використовує метод доступу CSMA/CD і характеристики кадру класичного Ethernet. Легко інтегрується з мережами Ethernet і Fast Ethernet. В якості середовища передачі використовується вита пара 5-ї категорії (дальність зв’язку 100 м), багатомодове (500 м) і одномодове (2 км) оптоволокно. Фізична топологія - зірка, логічна - шина.

**100VG-AnyLAN** використовує метод доступу з пріоритетом запитів, який забезпечує визначений час відповіді, що дозволяє використовувати цю мережу для вимогливих до часу додатків (applications) (мультимедіа та т.і.). Використовується кабель UTP категорії 3, 4 і 5 з 4-ма парами дроту, 2 парами дроту STP категорії 5 та оптоволоконний. Фізична топологія - зірка. Пряма взаємодія з мережами Ethernet неможлива (тільки через мости і маршрутизатори), внаслідок чого поширеність такої архітектури обмежена. Довжина лінії між вузлами мережі 100 м для UTP 3 категорії, 150 м для UTP 5 категорії і STP та 2000 м для оптоволокна. При цьому діаметр мережі буде становити 600 м, 900 м і 12000 м відповідно.

**FDDI** (Fiber Distributed Data Interface) - одна з найбільш розроблених і зрілих 100 мегабітних технологій. Має маркерний метод доступу, топологія - кільце. Максимальна кількість вузлів - 1000, довжина кільця - до 100 км, відстань між вузлами при використанні одномодового оптоволоконного кабеля до 40 км і при багатомодовому - 2 км. Через високу вартість обладнаня використовується в основному для з’єднання віддалених ділянок, серверів і потужних робочих станцій.

*CDDI* (Copper Distributed Data Interface) - реалізація FDDI на витій парі категорій 4 та 5. Довжина сегмента - 100 м для STP і 75 м для UTP. Реалізації на оптоволокні набагато дешевщі.

**ATM** (Asynchronous Transfer Mode) - найсучасніша технологія, яка використовує комутацію пакетів і призначена забезпечити одночасну передачу цифрових, голосових та відеоданних в режимі реального часу в локальних мережах і між віддаленими вузлами. Використовується оптоволокно (швидкість передачі до 2 448 Мбіт/с, дальність до 50 км в залежності від реалізації) або вита пара 5 категорії (155Мбіт/с, 100 м).

Ця технологія відрізняється від інших не тільки швидкістю обміну. Важливими є якісні відмінності. Технологія ATM дозволяє організовувати окремі віртуальні канали для великої кількості з’єднань водночас і з’єднувати в одному носії такі різнорідні данні, як звук, відео і цифрову інформацію. При цьому для кожного з каналів може бути встановлена власна швидкість передачі та гарантовано її незниження. Ці властивості роблять іі особливо привабливою, тому що можна об’єднувати локальні мережі з телефонними, телевізійними та іншими мережами. Наймовірніше використання для додатків, що потребують високої продуктивності та чутливі до затримок (моделювання, анімація та інші).

Ethernet в усіх модифікаціях, ATM і FDDI є найвживанішими та перспективними архітектурами на данний час. Через низьку вартість реалізації та широкий спектр використовуємих кабелів технологія Ethernet одержала найбільше розповсюдження. При цьому вона надає можливість об’єднання з мережами ArcNet, TokenRing, FDDI, ATM та іншими, що привертає до нєї особливу увагу. Зараз біля 70 % мереж в усьому світі побудовано з використанням саме Ethernet, тому що обладнання для неї досить дешево й просто інсталюється. Для України цей показник ще вищій - приблизно 95 %. Завдяки легкій інтеграції з наступними високошвидкісними модифікаціями (Fast Ethernet з швидкістю обміну 100 Мбіт/с та Gigabit Ethernet з швидкістю обміну 1000 Мбіт/с ) вона є найпривабливішою з точки зору нарощування продуктивності існуючої мережі. Саме тому при побудові більшості локальних мереж рекомендовано використовувати Ethernet або її модифікації. При цьому не варто будувати мережі на коаксиалі, тому що ця реалізація не дозволяє надалі суттєво підвищувати продуктивність мережі.

**4. Типові реалізації мереж**

**4.1 Методи доступу ПК до середовища передачі данних**

При **ймовірностному** методі доступу вузол, який передає, прослуховує, чи зайнято лінію і чи є в ній колізії (зіткнення сигналів, що передаються). Якщо це так, то передача відкладається на випадковий інтервал часу.

Загальний недолік таких методів - невизначене і суттєве зниження ефективної смуги пропускання, що припадає на одного користувача, при збільшені кількості під’єднаних до мережі комп’ютерів.

Основні різновиди:

*CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*) - множинний доступ з прослуховуванням та уникненням колізій. Використовується в мережах LocalTalk;

*CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect)* - більш ефективний метод, який реалізує множинний доступ з прослуховуванням та виявленням колізій. Використовується в мережах Ethernet, EtherTalk та інших.

При **детермінованому** методі вузлу одержують доступ до середовища передачі в визначеному порядку, що обмежує час проходження пакету, яке мало залежить від кількості комп’ютерів в мережі.

Основні різновиди:

*Token Passing* - маркерний метод доступу, при якому вузли передають один одному спеціальний пакет - «маркер», який дає «право» на передачу (ArcNet, TokenRing, FDDI);

*Polling* - опитування готовності, використовується в мейнфреймах.

**4.2 Приклад реалізації мережі середнього підприємства.**

Типову схему реалізації мережі підприємства з використанням технології Ethernet надано в доданку 2. Продивимось докладніше етапи її побудови.

В найпростішому випадку для користувачів, які не висувають до мережі вимог підтримки високих швидкостей обміну інформацією, можна використовувати розподілений (Shared) Ethernet (група «2»), об’єднуючи всі комп’ютери в одну групу за допомогою концентраторів.

В цій реалізації кожний під’єднаний до мережі ПК прослуховує лінію на предмет наявності в ній сигналів. Якщо протягом певного проміжку часу нічого не виявлено, то комп’ютер відсилає службовий пакет данних, якій містить його ім’я та адресу і призначений сповістити всіх інших про присутність цього ПК в мережі.

Цю операцію виконують абсолютно всі комп’ютери, що під’єднані до мережі, з певною періодичністю протягом всієї роботи. Таким чином, по мережі постійно переміщується велика кількість цих широкомовних пакетів з деякими часовими проміжками між ними. Коли якийсь ПК хоче передати інформацію, то він, попередньо поділивши її на пакети певної довжини і приєднавши до кожного з них адресний заголовок, прослуховує лінію з метою визначення її зайнятості іншим комп’ютером і, якщо лінія вільна, починає передавати свої данні. Відіславши перший пакет, він знову прослуховує лінію і, якщо вона не зайнята, продовжує передачу. Так само роблять всі ПК в мережі, поділяючи в часі одне загальне середовище передачі, звідки й пішла назва «розподілений» Ethernet. Якщо комп’ютер під час прослуховування лінії виявляє в ній будь-який пакет, то він приймає його і аналізує заголовок з метою визначення адреси одержувача і при збігу з власною приймає весь пакет.

В цій реалізації пропускна спроможність мережі знижується з кожном новим під’єднаним ПК, який, навіть не беручи участі в процесі обміну інформацією, заповнює мережу службовими пакетами.

Для з’єднання в мережу великої кількості комп’ютерів використовують спеціальні пристрої (концентратори або комутатори), з’єднані між собою в стек. Тобто всі ПК, які під’єднано до цих пристроїв, утворюють одну логічну

групу. Наприклад, для 40 робочих станцій можна використовувати два 12-портових (порт - це точка під’єднання, яка працює на прийом та передачу) та один 16 або два 24-портових пристрії, які при з’єднанні в стек працюють як один. Найпростішим і ,відповідно, найдешевшим з таких пристроїв є **концентратор**. Цей досить простий пристрій має всередині одну загальну шину, що з’єднує всі порти. Коли з будь-якого порту приходить будь-який пакет, то концентратор просто передає його в усі інші порти без турботи про його подальший маршрут. Внутрішня шина такого пристрою працює з швидкістю 10 Мбіт/с у випадку з Ethernet та 100 Mбіт/с для Fast Ethernet. На практиці, виробники вбудовують в свою продукцію більш швидкісні шини, які дозволяють підвисити продуктивність мережі й зменшити час ретрансляції пакетів.

Така реалізація мережі (Shared Ethernet) має досить невисоку пропускну спроможність, тому що припускає використання розподіленого середовища. Проте її може бути й достатьо в ситуаціях, коли сервер використовується лише для збереження файлів з досить рідкими звертаннями до нього, а основна робота відбувається на робочих станціях. Але при появі необхідності сумісної роботи декількох робочих станцій над одним проектом з інтенсивним обміном інформацією, продуктивність такої мережі різко зменшується.

Насправді, жодна з реалізацій Ethernet не дозволяє працювати з паспортною продуктивністю. Реально максимальна продуктивність мережі рідко перевищує 75 % від номінальної.

Одним з методів підвищення продуктивності мережі є розбиття робочої групи на декілька сегментів шляхом встановлення для кожного з них сегментуючого керованого концентратора (група «3»). При цьому керуються наступним простим правилом: з’єднувати в один сегмент доцільно ПК, які працюють над однією задачею або в одному відділі. Сегментуючі концентратори дозволяють обмежити поширення широкомовних пакетів в межах одного сегмента, не перепускаючи їх в зовнішню лінію, і таким чином мінімізувати міжсегментний мережний трафік (кількість звертань між робочими станціями, які належать різним сегментам). При аналізі пакетів, що прийшли, і визначенні адреси одержувачів, він передає в міжсегментну лінію тільки ті пакети, що призначені для робочих станцій з інших сегментів.

Оскільки кількість портів такого концентратора невелика. То при потребі під’єднання в один сегмент великої кількості комп’ютерів роблять наступним чином: до одного або декількох портів одного концентратора під’єднують звичайний концентратор, а вже до цього пристрою приєднують ПК.

Застосування керованих концентраторів зумовлено насамперед тим, що їх можна програмувати, з’єднуючи в один сегмент довільну кількість робочих станцій, під’єднаних до нього, наприклад для 12- портового можна з’єднати 7 портів в один сегмент і 5 - в інший.

Для сегментованої робочої групи «3» можна використовувати концентратор або на 10, або на 100 Мбіт/с, в залежності від вимог до продуктивності мережі. В серверному сегменті «1» найкраще використовувати концентратор 10/100 Мбіт/с з автоматичним визначенням швидкості оюміну для кожного порту, з’єднавши з ним сервера по лінії 100 Мбіт/с, а концентратори сегментів робочих станцій (група «3») - по лінії 10 Мбіт/с.

Звичайно, що в окремих випадках цього також може виявитися мало при наявності інтенсивного обміну інформацією. В такому випадку можна з’єднати концентратори сегментів робочих станцій «3» з концентратором серверної групи »1» лінією 100 Мбіт/с.

Подальшим способом зниження міжсегментного трафіка і відповідно підвищення продуктивності мережі в цілому єпереведення одного або декількох сегментів, і в першу чергу серверного, на комутуємий (Switched) Ethernet або Fast Ethernet (групи «1» і »4») шляхом простої заміни концентратора на **комутатор**.

Цей пристрій поєднує в собі можливості сегментуючого концентратора з високошвидкісною внутрішньою шиною та функціями утворення незалежних віртуальних каналів для одночасного з’єднання різних пар портів, підтримуючм для всіх таких каналів постійну швидкість обміну. Таким чином, кожний з під’єднаних до нього комп’ютерів, одержує в своє розпорядження всю смугу пропускання - 10 або 100 Мбіт/с в залежності від моделі комутатора.

Комутатор, одержуючи широкомовні службові пакети з адресами від всіх комп’ютерів, які під’єднані до нього, запам’ятовує їх і будує таблицю відповідності цих адрес адресам своїх портів, до яких приєднано ці ПК. Потім, при одержанні пакету з вже відомою йому адресою, він надсилає цей пакет тільки до відповідного порту. Якщо ж адреса йому невідома, то пакет надсилається до усіх портів. Станція, яка отримала цей пакет, відсилає відправнику підтвердження про його одержання. Комутатор за цією відповідю запам’ятовує відповідність адрес портам, і надалі всі подібні пакети будуть відправлятися тільки одержувачу.

Часто така реалізація потрібна для архітектур «клієнт/сервер», коли основна робота з виконання задачі лягає на сервер, а робоча станція тільки формулює завдання і отримує результати, а також при інтенсивних передачах великих обсягів графічних або мультимедійних данних між станціями мережі. При цьому комутатори таких сегментів найкраще під’єднати до сегменту «1» високошвидкісною лінією 100 Мбіт/с.

При наявності великої кількості користувачів таких сегментів їх можна, як і в попередньому випадку, збільшити шляхом під’єдннання до одного або декількох портів додаткових концентраторів (сегментуючих або простих) або навіть комутаторів. При цьому кожний такий вторинний сегмент одержує пропускну спроможність в 10 Мбіт/с для Ethernet або 100 Мбіт/с для Fast Ethernet.

Для об’єднання декількох мереж (в т.ч. тих,що використовують різні архітектури) застосовують **маршрутизуючі комутатори** або **маршрутизатори**. Перший пристрій можна застосовувати замість звичайного комутатора, друге використовується разом з ним.

Принцип маршрутизації полягає в наступному. Пристрій маршрутизації має внутрішню пам’ять, до якої автоматично записуються адреси всіх вузлів мережі, а також належність їх до різних сегментів, за цими данними будується логічна схема всієї мережі. При надходженні до нього пакету інформації він аналізує адресу одержувача, співставлюючи її з власною таблицею, будує для цього пакету оптимальний маршрут його проходження по мережі через різні комутатори і концентратори і змінює його заголовок таким чином, щоб далі він слідував саме цим маршрутом. Таким шляхом досягається коротший час передачі інформації від джерела до приймача та зниження завантаження мережі загалом.

Якщо цього виявиться замало, то є лише один шлях: перехід на більш швидкісні технології, такі як Gigabit Ethernet або ATM.

**5. Висновки**

Топології комп’ютерних мереж можна подати за допомогою графів. Множина таких топологій дуже потужна, тому в цій роботі було зосереджено увагу перш за все на тих схемах, які є найуживанішими в реальному житті. Для більшості комп’ютерних мереж застосовуються досить прості типи з’єднань на зразок шини, зірки, кільця або їх комбінацій. Для розв’язку складних задач можна використовувати спеціалізовані топології.

В наведеному прикладі локальна мережа підприємства дозволяє здіцснювати з високою швидкістю передачу інформації між ПК, а також ефективно виконувати сумісну обробку потоків данних, які народжуються або в різних відділах підприємства, або ж передаються з зовнішних джерел.

**9. Список використаної літератури**

1. S.V.R Madabhushi, S. Lakshmivarahan, S.K. Dhall «A Note on Ortogonal Graphs» IEEE Transactions on Computer, Vol. 42, No. 5, May 1993
2. Khaled Day, Anand Tripathi «Embedding of Cycles in Arrangement Graphs» IEEE Transactions on Computer, Vol. 42, No. 8, August 1993
3. А. Карпенко «Блюдо на 40 персон» Chip, No. 1, January 1998