

Практичне заняття № 3

Тема: Оптимізація побудови мережі з найменшими витратами

1 МЕТА

Дослідити процес синтезу мережі з мінімальними витратами та ознайомитися з інструментами для її оптимізації.

2 КЛЮЧЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Мережі є важливими складовими сучасного світу, вони використовуються в різних галузях, включаючи телекомунікації, транспорт, логістику, інформаційні технології і багато інших. Одним з ключових аспектів при проектуванні мереж є оптимізація витрат. Метою цієї теми є розгляд методів і принципів побудови мережі з мінімальними витратами. Вивчення цього аспекту дозволить вирішити завдання з ефективного використання ресурсів та зниження загальних витрат на створення та управління мережами.

Аналіз методів та принципів побудови мережі з мінімальними витратами є важливим етапом у розробці ефективних мережевих структур, що економлять ресурси та забезпечують оптимальні характеристики:

Визначення цілей: Перший крок - визначення конкретних цілей і завдань, які має вирішити мережа. Це включає в себе визначення вимог до продуктивності, надійності та масштабованості мережі.

Вибір технологій: Важливо ретельно обирати технології, які відповідають вимогам і дозволяють досягнути мінімальних витрат. Це може включати в себе використання високоефективних пристроїв та апаратного забезпечення.

Маршрутизація і перенаправлення: Використання ефективних алгоритмів маршрутизації та перенаправлення даних дозволяє зменшити час затримки та оптимізувати використання мережевих ресурсів.

Планування масштабування: Мережа повинна бути розроблена з урахуванням майбутнього масштабування. Планування масштабування допомагає запобігти зайвим витратам при збільшенні обсягу мережі.

Оптимізація розміщення обладнання: Розміщення обладнання в мережі має враховувати ефективне використання фізичних ресурсів і зменшення витрат на електроенергію та охолодження.

Використання віртуалізації: Віртуалізація дозволяє об'єднати декілька фізичних ресурсів в одному віртуальному середовищі, що зменшує витрати на обслуговування та розширює масштаби мережі.

Аналіз безпеки: При побудові мережі обов'язково враховувати вимоги щодо безпеки. Це включає в себе застосування заходів забезпечення безпеки, що

допомагають уникнути витрат на захист від загроз.

Моніторинг і оптимізація: Після побудови мережі важливо використовувати системи моніторингу та аналізу, щоб постійно оптимізувати її функціонування та витрати.

Вартість володіння: Врахована вартість володіння (ТСО) дозволяє визначити загальні витрати на експлуатацію мережі протягом її життєвого циклу. Детальний аналіз ТСО допомагає зменшити витрати.

Синергія і інтеграція: Оптимізація мережі полягає у створенні синергії між різними компонентами та їх інтеграції для забезпечення мінімальних витрат та оптимальних результатів.

Аналіз методів та принципів побудови мережі з мінімальними витратами допомагає досягти оптимальної продуктивності та вартості мережі, що є ключовими чинниками для бізнесу та організацій.

Вивчення можливостей використання інструментів для оптимізації синтезу мережі є ключовим етапом у розробці мережі з мінімальними витратами та оптимізованими характеристиками. Такий аналіз дозволяє виявити потенційні можливості для поліпшення результатів і зниження вартості мережі:

Інструменти оптимізації: Вивчення різних інструментів оптимізації, таких як оптимізаційні алгоритми та програмні рішення, дозволяє знаходити оптимальні конфігурації мережі. Ці інструменти можуть враховувати велику кількість параметрів та обмежень для пошуку найкращих рішень.

Аналіз альтернатив: Вивчення інструментів допомагає здійснити аналіз різних альтернативних рішень. Це може включати вибір оптимальних маршрутів, вузлів та інших параметрів мережі.

Моделювання та симуляція: Використання інструментів моделювання та симуляції дозволяє оцінити різні варіанти синтезу мережі без реального витратного експерименту. Це ефективний спосіб визначити оптимальний підхід до синтезу.

Оцінка вартості: Інструменти для оцінки вартості дозволяють планувати бюджет та знаходити способи зменшення витрат на розробку та експлуатацію мережі. Це може включати оцінку витрат на обладнання, робочу силу, споживану енергію та інші фактори.

Оптимізація параметрів: Використання інструментів дозволяє оптимізувати параметри мережі, такі як розміщення вузлів, розміри обладнання, частоти передачі даних тощо. Це допомагає створити мережу, яка відповідає вимогам та ефективно працює.

Планування майбутнього розвитку: За допомогою інструментів можна враховувати можливості майбутнього розвитку мережі. Це дозволяє побудувати мережу, яка буде здатна змінюватися та розширюватися відповідно до потреб.

Таким чином, вивчення можливостей використання інструментів для оптимізації синтезу мережі допомагає покращити якість та вартість мережі, а також планувати її розвиток в майбутньому.

Розгляд важливості оптимізації вибору вузлів та ребер для забезпечення ефективності та вартості мережі є ключовим аспектом в дослідженні синтезу мережі з мінімальними витратами. Вибір вузлів і ребер мережі має великий вплив на її продуктивність, надійність і вартість. Правильне визначення структури мережі та вибір оптимальних компонентів може значно покращити результати і знизити загальні витрати на її розробку та експлуатацію:

Ефективність мережі: Вибір оптимальних вузлів і ребер дозволяє створити мережу, яка ефективно виконує свої завдання. Наприклад, у мережах зв'язку це означає мінімізацію затримок та підвищення пропускної спроможності, що робить їх більш ефективними для передачі даних.

Надійність: Правильний вибір компонентів мережі допомагає забезпечити її надійність. Вибір ненадійних елементів може призвести до появи мережових проблем та витрат на ремонт та обслуговування.

Вартість: Оптимізація вибору вузлів і ребер також дозволяє знизити витрати на побудову і експлуатацію мережі. Вибір дорогих або надмірних компонентів може призвести до зайвих витрат.

Ресурсозбереження: Ефективний вибір компонентів допомагає зберігати природні ресурси, такі як електроенергія або бітон.

Захист і безпека: Вибір вузлів і ребер також може впливати на безпеку мережі. Правильна структура може зменшити ризики кібератак та інших загроз безпеці.

Масштабованість: Планування вибору компонентів з урахуванням масштабованості дозволяє легше розширювати мережу, коли це потрібно.

Таким чином, важливість оптимізації вибору вузлів і ребер полягає в тому, що вона визначає загальну продуктивність і вартість мережі, а також її здатність виконувати поточні завдання і залишатися конкурентоспроможною в майбутньому.

Синтез мережі мінімальної вартості

Ситуація, в якій певну множину точок необхідно з'єднати так, щоб кожна пару точок стала сполученою (безпосередньо чи через інші точки), а сумарна вагова характеристика зв'язків виявилася мініміальною, породжує задачу **синтезу мережі мініміальної вартості**.

Наприклад, є низка точок, в яких можуть бути розташовані пункти телекомунікаційної мережі. Відомі є відстані між парами точок і вартість організації одного кілометра лінії зв'язку. Необхідно визначити сукупність ліній

зв'язку, що забезпечують зв'язність всіх пунктів мережі та її мініміальну вартість.

З теорії графів і мереж відомо, що розв'язання поставленої задачі є мережа з топологією типу "дерево" .

О з н а ч е н н я. Зв'язний граф (мережа , що зв'язує ,) називається **деревом**, якщо в ньому є відсутні цикли.

Говорять, що граф містить цикли, якщо в ньому можна відшукати замкнуті контури. Відсутність циклів визначає особливість графа типу дерево, що складається в тому, що поміж будь-якою парою його вершин існує лише один єдиний сполучуючий їх шлях, що зв'язує, тобто параметр зв'язності $h=1$. Кількість ребер у дереві завжди на одиницю менше за число його вершин.

О з н а ч е н н я. Дерево, в яке включено всі вершини, називається **покривним**.

Математично задача синтезу мережі мініміальної вартості формулюється таким чином.

Нехай задано неорієнтований граф $G(N, V)$, де множина вершин N відповідає множині пунктів мережі, сумарне число яких дорівнює n , а множина ребер V – відстаням $\{l_{ij}\}$ поміж парами пунктів. Відома вартість c_{ij} організації одного кілометра лінії зв'язку поміж пунктами i та j .

Необхідно знайти деяке покривне дерево $G'(N, V')$, для якого досягається мінімум цільової функції:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} l_{ij} \rightarrow \min$$

Для розв'язання поставленої задачі існує ряд ефективних алгоритмів. Наведемо один із них, що відомий як алгоритм Прима і носить ім'я автора. Алгоритм зреалізується шляхом надання позначок вершинам, що вводяться в шуканий граф $G'(N, V')$, і послідовного введення в нього найбільш коротких ребер, сумарна кількість яких має не перевищувати $(n-1)$ і забезпечувати зв'язність між всіма n вершинами покривного дерева , що покриває.

Пошагова форма алгоритму має такий вид.

Крок 0. Шукана мережа $G'(N, V')$ у вихідному стані містить n вершин і не містить ребер. Обирається одна довільна вершина і її позначається як "обрана" . Інші $(n - 1)$ вершин позначаються як "необрані" .

Крок 1. Відшукується ребро (i, j) , що належить до $G(N, V)$ з мініміальною вагою, у якої вершина i належить до підмножини "обраних" вершин, а вершина j – до підмножини "необраних" вершин.

Крок 2. Ребро (i, j) включається в шукану мережу $G'(N, V')$, а вершина j виключається з підмножини "необраних" вершин і включається в підмножину " обраних " вершин. Якщо підмножина " необраних " вершин виявилася

порожньою – кінець роботи алгоритму. В противному разі – перехід до кроку 1.

Проілюструємо роботу алгоритму Прима на прикладі. Нехай задано 7 пунктів мережі, відстані поміж який зведено в матрицю $L = \|l_{ij}\|$, а саме:

$$L = \begin{array}{c|cccccc} & 0 & 10 & 5 & 12 & 9 & 3 \\ \hline 9 & & & & & & \\ 10 & 0 & 7 & 2 & 8 & 4 & 6 \\ & 5 & 7 & 0 & 3 & 1 & 5 & 11 \\ 12 & 2 & 3 & 0 & 10 & 15 & 10 \\ 9 & 8 & 1 & 10 & 0 & 12 & 9 \\ 3 & 4 & & 5 & 15 & 12 & 0 \\ 17 & & & & & & \\ 9 & 6 & 11 & 10 & 9 & 17 \\ 0 & & & & & & \end{array}$$

На кроці 0. Шуканий граф $G'(N, V')$ містить 6 вершин і не містить ребер.

Оберемо вершину 3 й позначимо її як "обрану" (рис.2.2)

На кроку 1 обираємо ребро (135) як ребро з найменшою вагою, у якого вершина $i=3$ належить до підмножини "обраних" вершин (воно поки містить усього лише одну вершину 3), а вершина $j=5$ – до підмножини "необраних" вершин (тепер це решта вершин). На кроку 2 ребро 135 вводиться в шуканий граф

G' , а вершина 5 включається у підмножину "обраних" вершин (рис. 2.3)

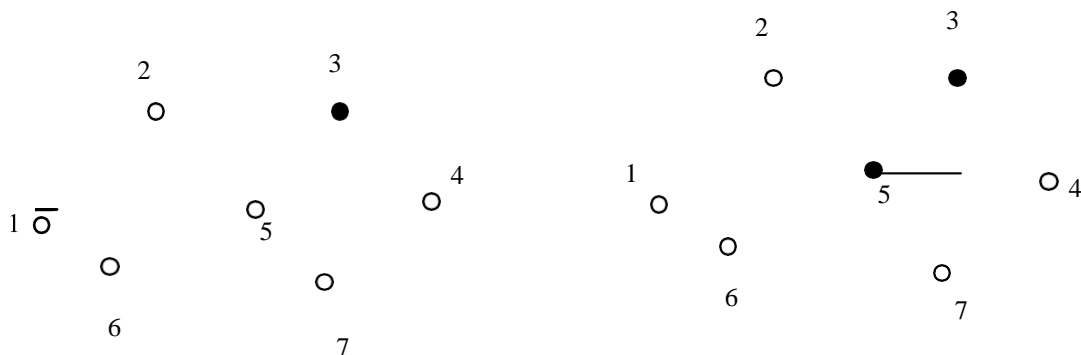


Рисунок 2.2

Рисунок 2.3

Оскільки підмножина "необраних" вершин не порожня, повторюємо крок

1. Для цього відшукуємо ребро мінімальної ваги, перебираючи сполучення кожної пари "обраної" й "необраної" вершин. Таким виявилось ребро 134 (рис.2.4). Воно вводиться в граф G' , а вершина 4 стає "обраною".



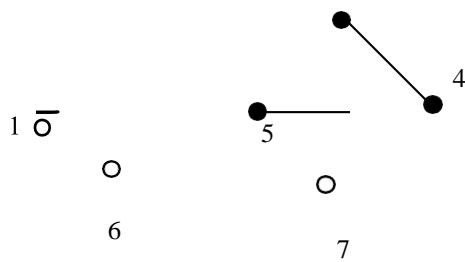


Рисунок 2.4

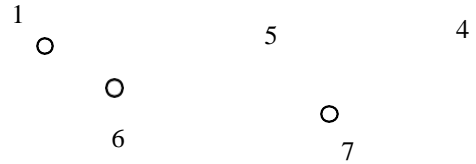


Рисунок 2.5

Наступними обираються ребра: 126 (рис. 2.6); 131 (рис. 2.7); 127 (рис. 2.8). На цьому робота алгоритму закінчується, оскільки усі вершини виявилися позначеними як "обрані" (тобто підмножина "необраних" вершин виявилася порожньою підмножиною).

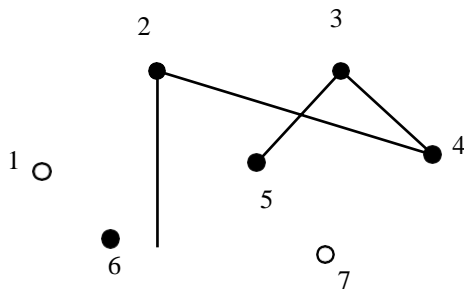


Рис. 6.

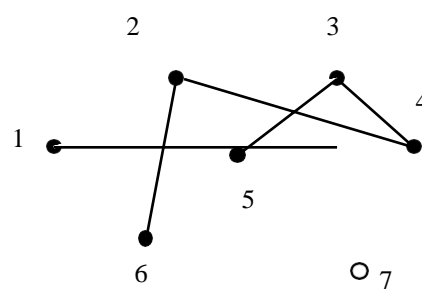


Рис. 7.

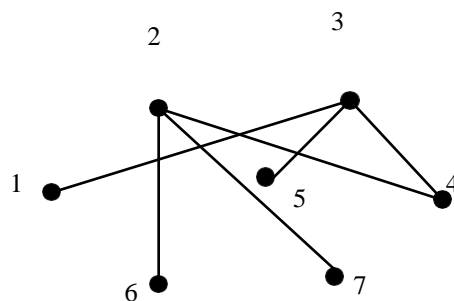


Рисунок 2.8

Здобуто шуканий граф $G'(N, V')$, що являє собою покривне дерево, оскільки він включає усі вершини, містить число ребер на одиницю менше за число вершин ($n=7, v=6$) і забезпечує зв'язність кожної пари вершин.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 3.1 Що означає побудова мережі з мінімальними витратами?
- 3.2 Які кроки включає аналіз методів побудови такої мережі?
- 3.3 Які фактори слід враховувати при визначенні цілей побудови мережі?

- 3.4** Які принципи маршрутизації можуть бути використані для досягнення мінімальних витрат?
- 3.5** Як віртуалізація може допомогти зменшити витрати на мережу?
- 3.6** Як моніторинг та оптимізація допомагають зменшити витрати на мережу?
- 3.7** Які інструменти та методи можна використовувати для оптимізації синтезу мережі?
- 3.8** Як планування масштабування впливає на мінімізацію витрат?
- 3.9** Чому важливо ретельно вибрати технології для мережі з мінімальними витратами?
- 3.10** Як вирішити завдання з оптимізації вибору вузлів та ребер мережі для досягнення ефективності та вартості?

4 ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

- 4.1 Вивчити ключові положення.
- 4.2 Письмово відповісти на контрольні запитання.

5 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

- 5.1 За вихідними даними (матриця вагів та граф) (Проектне завдання). мінімізувати витрати на будівництво мережі
- 5.2 Побудувати новий граф за допомогою draw.ai.
 - 5.2.1 Відкрийте сервіс draw.io. Перейдіть за адресою <https://app.diagrams.net/>, під акаунтом Google або Microsoft.
 - 5.2.2 В створеному раніше проєкті "Графова модель" побудуйте Покричаюче дерево.
 - 5.2.3 За допомогою інструмента "З'єднувач" намалюйте лінії між фігурами, щоб зобразити з'єднання між різними компонентами.
 - 5.2.4 Додайте підписи до кожної фігури, щоб надати додаткову інформацію про компонент, наприклад, фірму комутатора або ім'я хоста.
 - 5.2.5 Використовуйте кольори і форматування, щоб розрізняти різні типи компонентів і зв'язків.

6 ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1 Ткачук, О. М. (2018). Структурна кабельна система для офісу. Львів: Видавництво Львівської політехніки.

2 Мельник, М. О. (2019). Проектування структурної кабельної системи. Київ: Видавництво НТУУ "КПІ".

3 Гордієнко, О. В. (2017). Визначення параметрів та проектування структурної кабельної системи для комп'ютерної мережі. Київ: Видавництво "Едельвейс".

4 Кобозєва, І. В. (2018). Організація структурної кабельної системи в офісному приміщенні. Київ: Видавництво "Арт Екстрем".

5 Лисенко, В. О. (2016). Проектування та експлуатація структурних кабельних систем. Київ: Видавництво "Книга по дорозі".

6 Горова, Н. В. (2019). Організація структурної кабельної системи в офісі. Київ: Видавництво "Логос".

7 Ковальова, І. С. (2017). Проектування та встановлення структурних кабельних систем в комп'ютерних мережах. Київ: Видавництво "Грані-Т".

7 ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

1 Тема.

2 Мета роботи.

3 Відповіді на ключові запитання.

4 Хід виконання лабораторного завдання.

5 Висновок.