

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ

З подальшим поширенням комп'ютеризації суспільства і розвитком мережі Інтернет, зростає попит на встановлення корпоративних мереж. Методи синтезу (оптимізації) корпоративних мереж, як «з нуля», так і з початкової структури, дозволяють досягнути економічної вигоди та підвищення якості послуг зв'язку. Якісний рівень оптимізації мереж неможливий без використання перспективних мережевих технологій, таких як ATM та MPLS. Запропоновано метод оптимізації комп'ютерної мережі, що задовольняє ці аспекти, та наведено приклад його застосування.

На сучасному етапі розвитку комп'ютерних і інформаційних систем мережеві технології — одна з найбільших галузей комп'ютерної індустрії, що інтенсивно розвиваються. Побудова мереж є дуже капіталоемною і витратною, тому зниження вартості мережі приводить до великої економії ресурсів. Саме тому розробка ефективних алгоритмів синтезу мереж для нових мережних технологій, що змінюються дуже динамічно, є актуальним процесом. Актуальність та перспективність проблематики широко висвітлена в літературі [1], [3], [4], [6]. Ефективність методів синтезу посилюється використанням сучасних перспективних технологій комп'ютерних мереж, таких як ATM та MPLS [5]. Актуальність використання цих технологій широко висвітлена незалежними асоціаціями виробників та користувачів, такими як ATM Forum, MPLS/Frame Relay Forum [6].

Традиційно задача вибору (синтезу) структури мережі формулюється як задача вибору раціональної або оптимальної структури комунікаційної мережі, що зв'язує всі джерела і споживачів інформації. Як критерій якості звичайно виступає вартість комунікаційної мережі. Додатковим критерієм є врахування затримок у вузлах мережі. Тим часом, задача значно ускладнюється, коли вже є початкова структура мережі (деякий кістяк) і необхідно розробити проект її подальшого розвитку, виходячи з інформаційних потреб абонентів на перспективу. Саме така постановка задачі та деякі методи її вирішення розглядаються в [2], [3].

Запропонована постановка задачі оптимізації має такий вигляд.

Задані: корінь дерева (кореневий сегмент $X_0 = \{x_1^0, \dots, x_k^0\}$), множина вузлів мережі (абонентських пунктів — АП) $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, координати вузлів $\{\delta_i, \omega_i\}$, обсяги інформації, що генеруються в кожному з них $h_i, i = 1, n$, набір пропускних здатностей (ПЗ) каналів зв'язку (КЗ) $D = \{d_1, \dots, d_m\}$ і їх вартостей $C = \{c_1, \dots, c_m\}$, набір типів комутаторів (КМ) $\{KM_1, KM_2, \dots, KM_s\}$. Причому KM_i характеризується вартістю c_i , числом портів n_i і продуктивністю P_i .

Потрібно знайти місця розміщення КМ $Z = \{z_k\}$ і термінальні вузли x_z , що підключаються до них, а також множину вузлів АП, що підключаються прямо до X_0 , структуру мережі D^0 і ПЗ усіх КЗ, при яких мінімізується сумарна вартість мережі C_Σ , включаючи вартість усіх КС і всіх КМ.

Введемо змінні:

$\delta_{iZ} = 1$, якщо x_i підключено до КМ, монтованого в п. Z . У іншому випадку $\delta_{iZ} = 0$;

$\delta_Z = 1$, якщо в п. Z встановлено комутатор. У іншому випадку $\delta_Z = 0$;

$\delta_i = 1$, якщо x_i підключено до кореневого сегмента X_0 . У іншому випадку $\delta_i = 0$;

$\delta_0 = 1$, якщо KM_Z підключено до кореневого сегмента X_0 . У іншому випадку $\delta_0 = 0$;

$\delta_{z'z} = 1$, якщо KM_Z підключено до КМ в п. z' . У іншому випадку $\delta_{z'z} = 0$.

Математична модель задачі має такий вигляд.

Потрібно знайти такі $\{\delta_{iz}\}, \{\delta_j\}, \{\delta_z\}, \{\delta_{z0}\}, \{\delta_{zz'}\}$, а також структуру мережі D^0 , для яких

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_{io}^{\text{пер}}(h_i, l_{i0})\delta_i + \sum_{i=1}^n \sum_{z \in Z} C_{iz}^{\text{пер}}(h_i, l_{iz})\delta_{iz} + \sum_{z \in Z} C_{KM}^{(S)}(H_z)\delta_z + \sum_{z \in Z} C_{z0}^{\text{пер}}(H_z, l_{z0})\delta_{z0} + \sum_{z \in Z} \sum_{z' \in Z} C_{zz'}^{\text{пер}}(H_z, l_{zz'})\delta_{zz'} \rightarrow \min \quad (1)$$

за умов

$$H_z \leq \Pi_{KM_z}^{(S)}; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \delta_{iz} + \sum_{z' \in Z} \delta_{zz'} \leq n_{KM_z}^{(S)}; \quad (3)$$

$$\sum_{z \in Z} \delta_{iz} + \delta_{i0} = 1. \quad (4)$$

Якщо $\delta_z = 1$, то $\delta_{z0} + \sum_{z' \in Z} \delta_{zz'} = 1$, (5)

де (2) — обмеження на продуктивність комутатора КМ у пункті z , (3) — обмеження на число підключених до KM_z АП і іншому КМ по числу портів у КМ, H_z — сумарний потік, що надходить у КМ у п. z . Умова (4) означає, що будь-який АП x_i повинен бути підключений або до деякого KM_z або прямо до кореня X_0 .

Алгоритм синтезу деревоподібної структури корпоративної мережі з комутаторами складається з таких етапів:

- а) попередня кластеризація вузлів;
- б) попереднє розміщення КМ у кластерах;
- в) перевірка економічної доцільності установки КМ. Переприв'язка непідключених ЛОМ;
- г) побудова деревоподібної мережі мінімальної вартості з урахуванням затримок.

На основі такого математичного методу синтезу мережі, запропонованого проф. Ю. П. Зайченком [2], адаптованого під технологію АТМ, було розроблено програмний продукт, що проводить розрахунки за цим методом.

За експериментальний об'єкт дослідження була взята спрощена схема структури мережі Південно-Західної залізничної системи АСК «Експрес УЗм». Мережа складається з 30 вузлів (віддалених філій). Віддалені філії підключені до маршрутизатора Cisco 3660. Оскільки Cisco мають меншу кількість портів для підключення такої кількості філій використовуються два маршрутизатори Cisco 3660 (Router 1, Router 2).

При переході до оптоволоконної мережі, загальна відстань складає 3427 км.

До наведеної структури мережі було використано алгоритм синтезу мережі.

В результаті виконання етапу попередньої кластеризації 30 вузлів було розподілено на 12 кластерів.

У кожному з кластерів знаходимо найпридатніше місце розміщення комутатора. Помітимо, що КМ знаходяться в місці центра мас кластера.

Після цього проводимо оцінку ефективності підключення кожного вузла до КМ, за критерієм витрат на передачу. У результаті одержуємо в кожному кластері дві множини — приєднаних і ізолюваних вузлів. Підключені вузли з'єднані з КМ лініями, ізолювані вузли вільні.

Перевіряємо доцільність установки КМ типу 1 (мінімальної продуктивності) на підмножинах. У результаті одержуємо дві множини кластерів — із встановленими і вилученими комутаторами. Вузли, що раніш були підключені до вилучених комутаторів, тепер вільні, а їх з'єднувальні лінії вилучені.

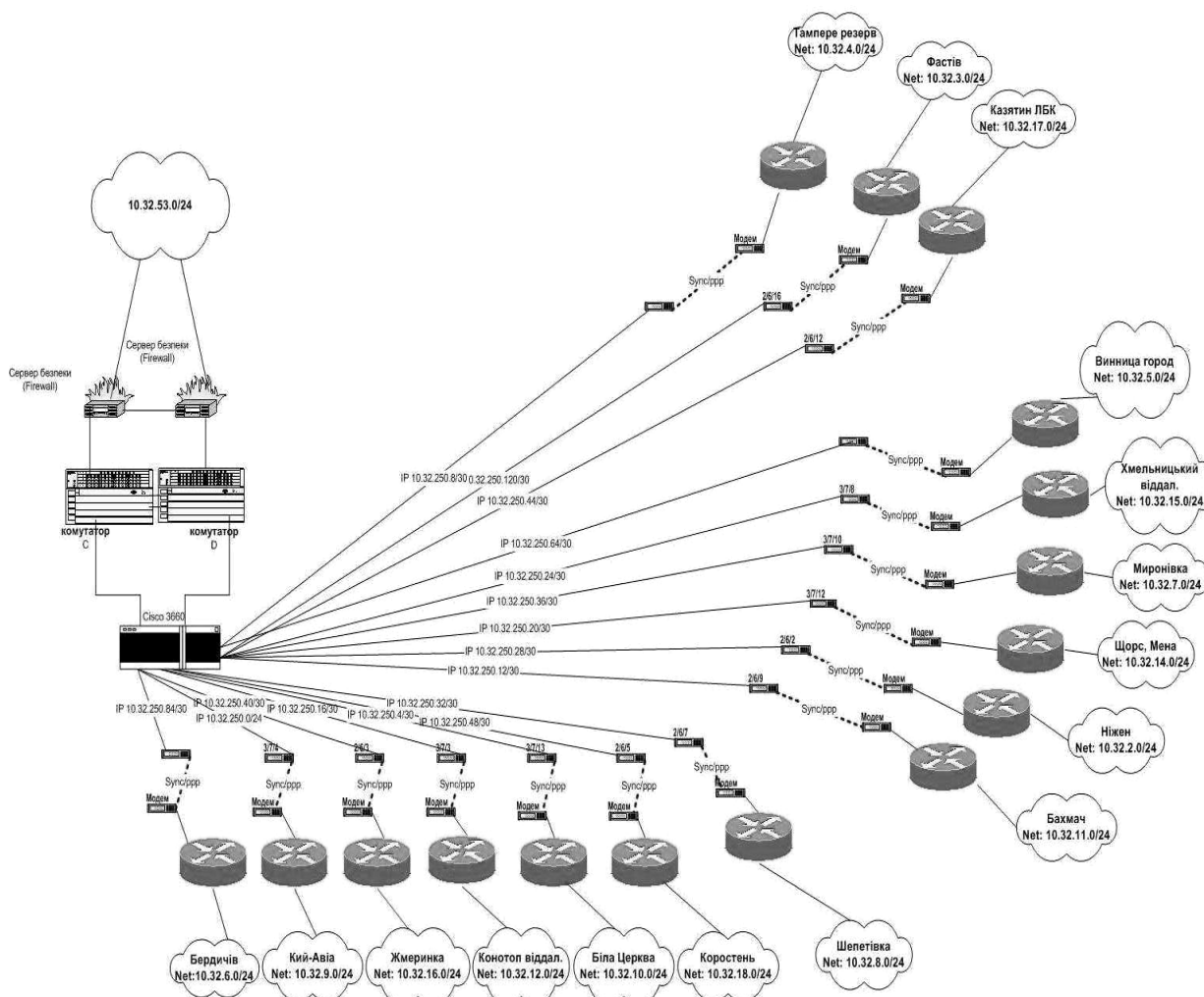


Схема підключення філій до Cisco 3660 Router 1

В результаті було встановлено 7 комутаторів, видалено 5 комутаторів. Після злиття ізольованих вузлів, три вузли були підключені до комутаторів.

Далі було реалізовано алгоритм синтезу D-структур, автором якого є Ю. П. Зайченко. За допомогою його було побудовано деревоподібну мережу мінімальної вартості, що зв'язує всі $KM z_k$, а також вузли множини X'' з кореневим сегментом X_0 , що представляє магістральну цифрову мережу.

На виході ми одержали частково двоярусну мережу доступу, фізичний рівень якої реалізований за технологією АТМ. АТМ-комутатори завдяки таблицям комутації віртуальних каналів дозволяють працювати в мережі з циклічною топологією.

На останньому етапі за допомогою задачі РП ми врахували затримки у вузлах мережі та отримали остаточні дані по встановленим комутаторам.

В результаті ми отримали загальну (сумарну) відстань — 1864 км. Економія на кінцевій загальній вартості мережі доступу, включаючи загальну вартість каналів, вартість самих КМ і вартість каналів передачі між комутаційним устаткуванням, складає близько 45 %.

У даному дослідженні був запропонований новий алгоритм синтезу структури корпоративних мереж. Після аналізу вимог до мережі була обрана мережна технологія АТМ, як сучасна технологія, що дозволяє щонайкраще задовольнити вимоги по якості, швидкості передачі інформації різних класів: комп'ютерного, голосових даних, відеозображення, даних по продажу та резервуванню квитків і касових апаратів.

Як комунікаційне устаткування використовувалися АТМ-комутатори.

Були досліджені алгоритми синтезу структури мереж і в якості найкращого був обраний і адаптований під нові умови корпоративних АТМ-мереж алгоритм проф. Зайченка Ю. П. Множину ізольованих вершин підметів об'єднаних в зв'язний граф представлено локальними обчислювальними мережами.

Відповідно до розробленого алгоритму був створений програмний комплекс, що по вихідним даним синтезував мережу оптимальної структури.

Рекомендується на підставі отриманої структури мережі провести такі етапи проектування мережі: оптимізацію ймовірностно-тимчасових характеристик і показників живучості мережі. Вибір АТМ-технології дозволяє ввести в первісну деревоподібну структуру резервні канали для підвищення живучості. Використання звичайних комутаторів не дозволяє будувати мережі, в яких присутні цикли. На даному етапі роботи проводиться адаптація методу та програмного продукту під технологію MPLS, що має значні переваги над технологією АТМ.

Ефективність нового підходу підтверджується тим, що вартість отриманої структури на порядок менша запропонованої.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зайченко Ю. П. Комп'ютерні мережі. — К.: Слово, 2003. — 283 с.
2. Зайченко Е. Ю. Сети АТМ. Моделирование, анализ и оптимизация-К.: ЗАТ «ВПОЛ», 2003. —216 с.
3. Зайченко Е. Ю. Анализ и синтез структуры глобальных сетей.—К.: ЗАО «Укрспецмонтажпроект», 1998.—108 с.
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб: Питер,1999. — 672 с.
5. Сатовский Б. Л. Технология АТМ и современные корпоративные сети. — М.: Сети и Системы Связи, 2003
6. [www. mfaforum. org](http://www.mfaforum.org)

Чуприна Дмитро Володимирович — аспірант ННК «Інститут прикладного системного аналізу». Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»