

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ТОПОЛОГІЧНІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Анотація. Розглянуто особливості проектування розподілених систем передачі інформації на базі CAN-мереж. Показано можливість представлення моделі такої мережі у вигляді модифікованого дерева Штейнера. Представлено програмне забезпечення, що дозволяє при проектуванні мережі виконати її оптимізацію за вказаними критеріями.

Вступ

Однією з проблем при розробці АСУ ТП для виробництв, які вибухонебезпечні по пилу і газу, є відсутність розподілених систем передачі інформації (СПІ) орієнтованих на роботу в таких умовах.

Для виробництв загального типу застосовуються промислові мережі PROFIBUS, BITBUS, MODBUS, World-FIP, LonWorks і т.п., які не придатні для виробництв що мають вибухонебезпечне середовище.

Проведені роботи показали, що при розробці СПІ для вибухонебезпечних умов, наприклад для вугільних шахт, можливо використовувати CAN-мережі [1].

Розробка топології таких мереж повинна враховувати наявні гірські виробки, підземні комунікації і специфіку розподілених ТП вугільних шахт.

Розробка моделі такої мережі з використанням інформаційних технологій та подальша доробка є одним із шляхів отримання CAN-мережі оптимальної структури.

Постановка задачі

Модель CAN-мережі АСУ ТП може бути представлена у вигляді бінарного дерева яке складається з безлічі об'єктів (вузлів) і зв'язків (ребер) між ними [2]. При цьому кожен вузол має один вхід і два виходи. Однак така модель зручна для розробки архітектури мережі і протоколів маршрутизації в ній, але не дозволяє розробити та оптимізувати реальну топологію CAN-мережі вугільної шахти.

Справа в тому, що в реальній мережі частина вузлів містить більше двох виходів. Заміна їх на більш прості - ускладнить архітектуру мережі.

Так само CAN-мережа може бути представлена у вигляді зв'язного графа. При цьому вершини графа замінюють вузли мережі (тобто місце розташування, координати, які відомі), а ребра - лінії зв'язку між ними [3].

Для реалізації обмеження на довжину лінії зв'язку, через вибухонебезпечне середовища вугільної шахти, в граф вводяться додаткові вершини, і вирішується завдання з отримання дерева Штейнера з мінімальним остовом [4].

Проте в моделі не враховується реальна складна конфігурація гірських виробок, а відповідно і довжина зв'язку між вузлами, тому що ребра в графах являють собою відрізки прямих ліній.

Розробка моделі

Уявімо CAN-мережу в вигляді зв'язного графа, що має безліч вершин $K = \{k_1, k_2, \dots, k_k\}$ та ребер $R = \{r_1, r_2, \dots, r_h\}$,

де K - будь-яка не порожня множина, R - частина множини неупорядкованих пар множини K [4].

Тобто можна записати, що

$$G = [K, R]; R \subseteq P(K),$$

де P - множина усіх неупорядкованих пар різних елементів множини K .

При цьому можливо провести топологічну оптимізацію мережі, яка передбачає просторовий розподіл використовуваного обладнання.

Критерієм оптимізації виберемо мінімум сумарної довжини ліній зв'язку CAN-мережі, тобто мінімальний остов графа, а як обмеження - довжину ліній зв'язку між окремими вузлами (вага ребер).

При цьому встановлюються такі обмеження. При введенні нових вершин має виконуватися умова:

$$K \subseteq V; R \subseteq V,$$

де V - множина крапок, що розташовуються в робочому просторі виробок вугільної шахти.

Крім цього, вага будь-якого ребра S графа задається виразом $S_{\min} \leq S \leq S_{\max}$, де S_{\min}, S_{\max} – мінімальна і максимальна вага ребра, а відповідно довжина лінії зв'язку.

S_{\min}, S_{\max} призначається перед початком проектування CAN-мережі і визначають мінімальну та максимальну швидкості передачі.

Отримання графа з такими обмеженнями призведе до значного збільшення числа його вершин.

Тому пропонується представити модель мережі у вигляді модифікованого дерева Штейнера. При призначенні частини нових вершин K_p , назвемо їх вершинами перегину, дотримуються наступним правилам. Вершини K_p при обчисленні мінімального остову не враховуються, а замість ваги видаленого ребра підставляється сума ваги введених ребер.

Тобто при вирішенні завдання з отримання мінімального остову дерева Штейнера необхідно задати модифікований граф $G_m = [K, R]$, що має такі множини: вершини $K_m = \{k_1, k_2, \dots, k_k, k_{p1}, k_{p2}, \dots, k_{pn}\}$ і ребра $R = \{r_1, r_2, \dots, r_h\}$, а $R \subseteq P(K)$.

Обмеження: $K \subseteq V$, $R \subseteq V$, $S_{\min} \leq S \leq S_{\max}$.

Необхідно: визначити вагу ребер, модифіковане дерево Штейнера з мінімальним остовом. При розрахунку ваги кістяка не враховуються вершини $\{k_{p1}, k_{p2}, \dots, k_{pn}\}$.

У теорії графів подібне завдання для загального випадку вважається невирішеним [3].

Для вирішення цієї задачі була розроблена програма на мові Флаш 3, яка дозволяє побудувати модифіковане дерево Штейнера.

Крок 1. У шар 0 імпортується креслення з топологією гірських виробок і наявних технологічних об'єктів, наприклад конвеєрних ліній (рис. 1).

Крок 2. Оператор в інтерактивному режимі проставляє в шарі 1 вихідні вершини дерева з урахуванням розташування технологічних об'єктів (мал. 2). Введення вихідних вершин і коригування їх розташування, відповідає додаванню обладнання в CAN-мережу.

Крок 3. Оператор сполучає ребрами отримані вершини (рис. 3).

Крок 4. Проставляються вершини Штейнера так, що 6 ребра дерева проходили по гірських виробках, тобто перевіряється відповідність умові $K \subseteq V$; $R \subseteq V$.

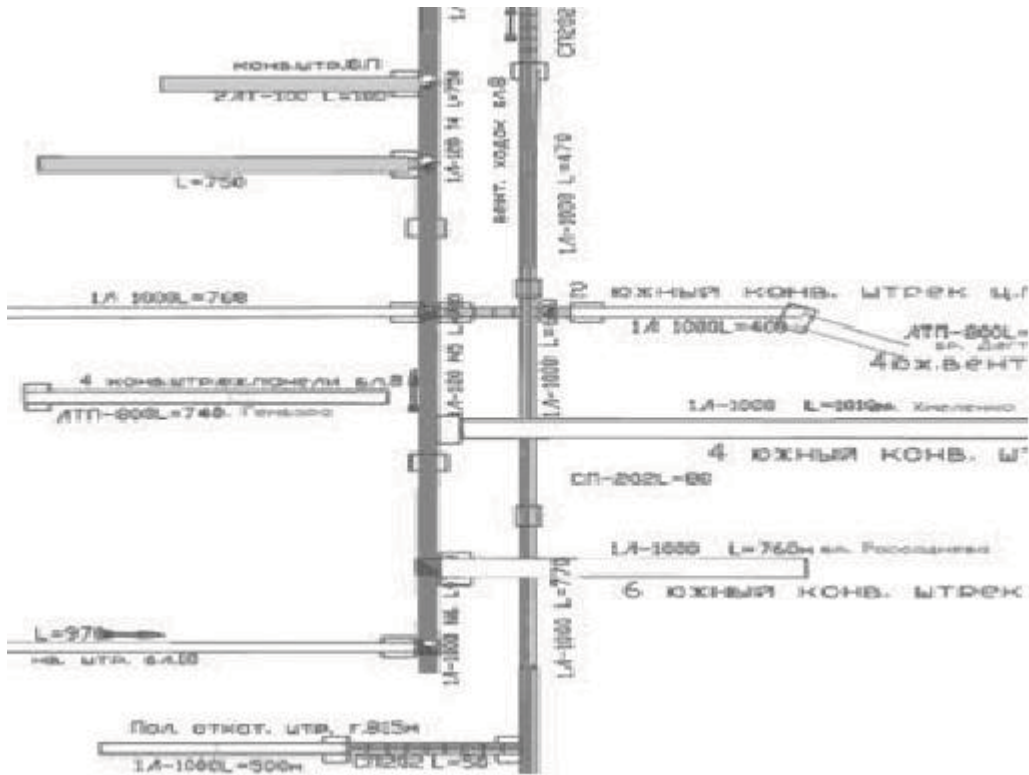


Рис. 1 – Імпорт креслення в шар 0

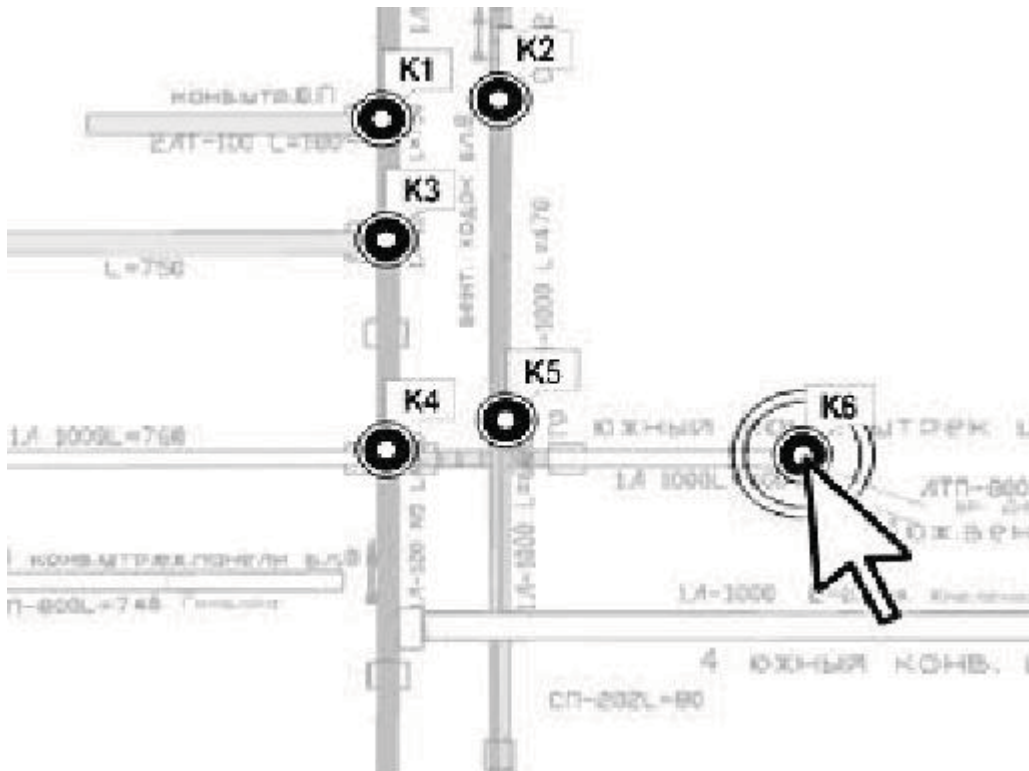


Рис. 2 – Створення вузлів (шар 1)

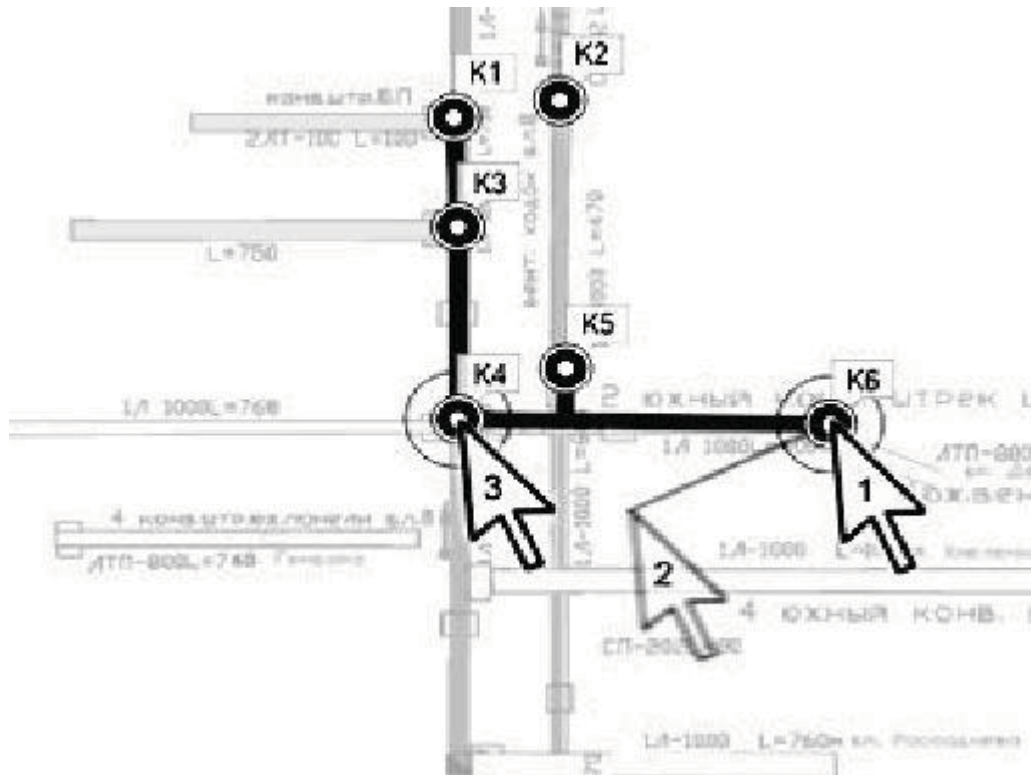


Рис. 3 – Створення ребер (шар 1)

Статистика кабельных линий

Масштаб: Показывать заголовки

Фильтр Протяженность от: 0 до: 100

Полное название	Точка входа	Точка выхода	Длина
Линия связи	2	4	27.07
Линия связи	10	9	61.22
Линия связи	4	5	36.35
Линия связи	5	3	52.04
Линия связи	5	10	77.03
Линия связи	10	11	66.03
Линия связи	11	13	51.04
Линия связи	14	15	136
Линия связи	14	13	64.01
Линия связи	13	12	296
Линия связи	15	27	310
Линия связи	27	6	78.06
Линия связи	6	7	107
Линия связи	7	8	125.06
Линия связи	8	16	72.03
Линия связи	8	1	176
Линия связи	56	9	328.59

Рис. 4 – Розрахунок ваги ребер

При цьому програма дозволяє додавати і видаляти вершини Штейнера і ребра між ними, з коригуванням відповідних баз даних.

Крок 5. Визначається вага отриманих ребер і перевіряється, чи вона знаходиться в межах заданих значень, тобто чи виконується умова $S_{\min} \leq S \leq S_{\max}$ (рис. 4). При виконанні цієї умови переходимо на крок 7.

Крок 6. Виконується коригування отриманого дерева. Якщо $S > S_{\max}$, тоді вводять додаткові вершини з множини $\{k_1, k_2, \dots, k_k\}$, що відповідає підключення нового обладнання у вигляді повторювачів. У разі коли $S < S_{\min}$, заміняють вершини з множини $\{k_1, k_2, \dots, k_k\}$ на вершини K_p перегину.

Повертаємося на крок 5.

Крок 7. Виконується розрахунок остову дерева Штейнера, тобто загальної довжини кабельних з'єднань і ступеня вершин (виду обладнання).

На рис. 5 представлений графічний шар 1, в якому програмою сформовано дерево Штейнера. Програма дозволяє відобразити вихідні сумарну довжину остову і кількість вузлів мережі, отриману сумарну довжину і кількість вузлів мережі по модифікованому дереву Штейнера і коефіцієнт топологічної оптимізації мережі.

Крім цього можливий вивід інформації про ступінь вершин, тобто структуризація вузлів за кількістю входів-виходів і за функціональним призначенням, а ребер - по довжині.

Можливість зміни величини обмежень на довжину лінії зв'язку між вузлами в процесі роботи програми дозволяє аналізувати питання про підвищення швидкості передачі CAN-мережі і вплив цього чинника на кількість використовуваного обладнання.

Висновки.

Розроблено правила створення модифікованого дерева Штейнера. Використання описаного підходу дозволяє істотно скоротити час розробки топології CAN-мережі з заданими обмеженнями.

Представлення моделі CAN-мережі у вигляді модифікованого дерева Штейнера дозволяє зменшити сумарну довжину ліній зв'язку на більш ніж 15%.

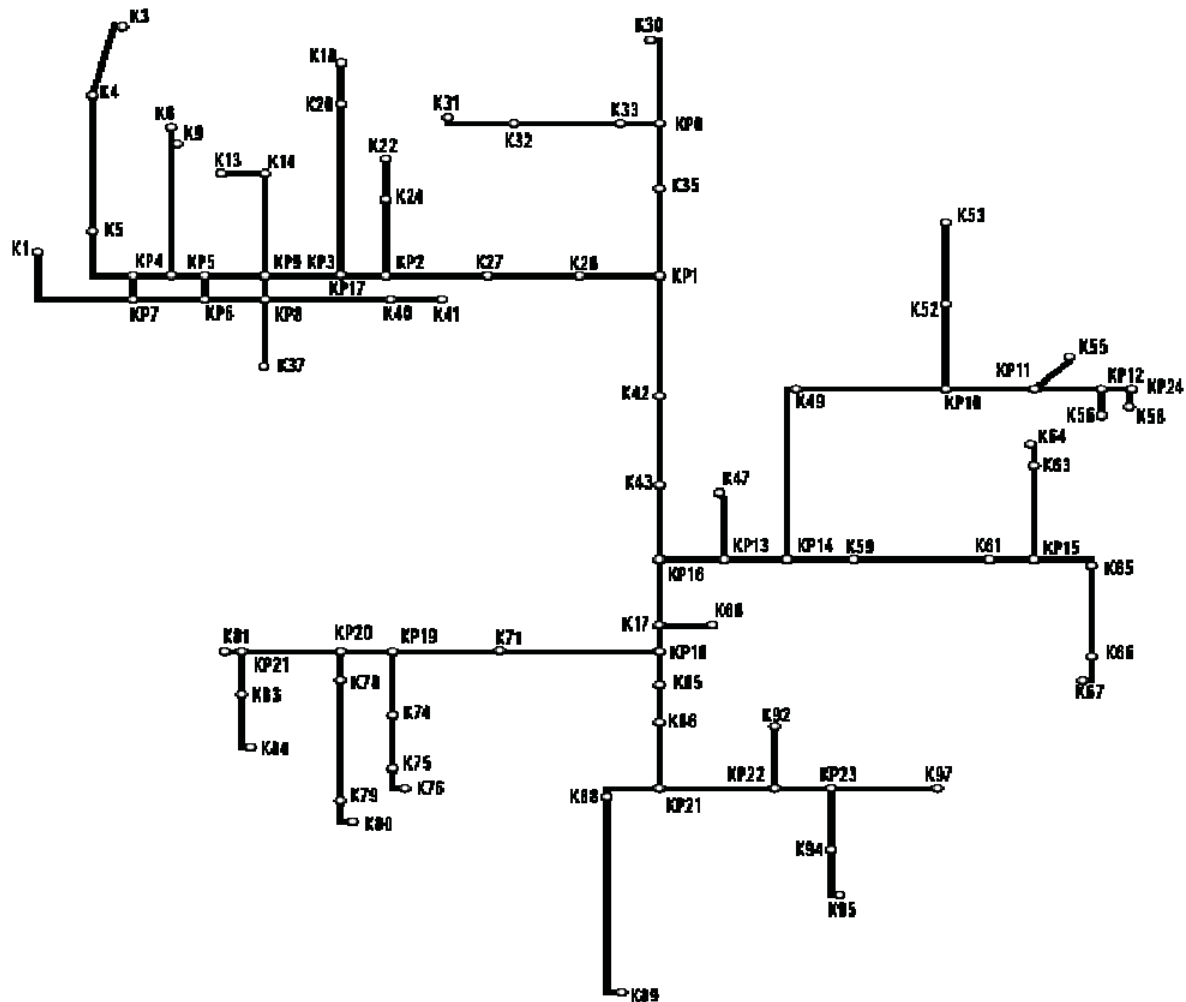


Рис. 5 – Модель CAN-мережі вугільної шахти

ЛІТЕРАТУРА

1. Gruhler G., Pivnjak G., Tkachov V., Tsvirkun L., Poperechnyy D. Very large hierarchical CANopen systems in mining // CAN Newsletter. - 2004. - №4. - С. 48-54.
2. Ткачев В.В., Аврахов Ю.А., Огеенко П.Ю., Козарь Н.В. Разработка системы передачи информации для подземных условий. – Сборник научных трудов НГУ. №19, Том 2 – Днепропетровск: РВК НГУ, 2004. – С. 20-27.
3. Бобылев С.Н., Шалимова К.Н. Топологическая оптимизация сетей микроконтроллеров в системах управления производственными процессами. – Оптимизация производственных процессов: Сб. науч. тр. – Севастополь, 2004 – вып. № 10. – С. 67-69.
4. Цвіркун Л.И. Топологічна оптимізація CAN-мережі системи контролю конвеєрних ліній вугільної шахти [Текст] / Л. І. Цвіркун, Р. В. Липовий. // Збірник наукових праць НГУ. – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2009. – №32. – С. 141-146.