

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПОЛІГОНІВ ІЗ СЛАБКО ЗАВАНТАЖЕНИМИ НАПРЯМАМИ

Вдосконалення управління перевізним процесом на залізницях представляє актуальну наукову проблему. Підвищення ефективності та якості перевізного процесу пов'язано зі створенням і підтримкою оптимальних умов експлуатації залізничних ліній, що дозволяють організовувати рух поїздів з максимальною інтенсивністю. Задача полягає в тому, щоб знайти максимальну величину потоків декількох призначень, які одночасно можуть слідувати між декількома парами точок.

Ключові слова: розгалужений полігон; потоки; мінімальний переріз; слабо завантажені напрямки.

До сучасної мережі залізниць висуваються наступні вимоги: забезпечити пропуск потоків вантажів і пасажирів між усіма районами нашої країни і задовольнити потреби в перевезеннях. Радикальне вирішення транспортної проблеми пов'язано як з розвитком залізничної мережі, так і з підвищенням ефективності використання існуючої. Оскільки будівництво нових і підсилення існуючих ліній вимагають великих капітальних вкладень і тривалого часу, надзвичайно важливого значення набуває більш ефективне використання існуючої мережі залізниць.

Для ефективного використання залізниць необхідно виділити наступні завдання:

- дослідження властивостей потоків поїздів і функціонування мережі залізниць;
- визначення можливостей мережі залізниць по виконанню перевізної роботи;
- оптимальна організація руху потоків поїздів на розгалуженій мережі.

Підвищення ефективності та якості перевізного процесу пов'язано зі створенням і підтримкою оптимальних умов експлуатації залізничних ліній, що дозволяють організовувати рух поїздів з максимальною інтенсивністю.

Моделювання перевізної роботи залізничного транспорту пов'язане з труднощами уявлення мережі залізничних доріг і стохастичним рухом поїздів. Залежно від досліджуваних задач імітаційні моделі можна розділити на три категорії: мікроскопічні-моделюють рух окремих поїздів; макроскопічні - представляють рух групи з декількох поїздів і мережеві – що розглядають потік поїздів на розгалуженій мережі залізничних доріг. Рішення цієї проблеми вимагає формалізації структури і процесів функціонування залізниць, побудови моделюючих алгоритмів і можливість вирішення різноманітних завдань на ЕОМ. Формалізувати таку складну систему і створити модель роботи залізничного транспорту доцільно за допомогою теорії графів і потоків на мережі.

Мережеві і графові моделі охоплюють широкий клас задач, що зустрічаються при проектуванні будівництва та реконструкції, плануванні перевізної роботи і експлуатації залізниць. У багатьох випадках ці завдання характеризуються лінійною цільовою функцією і лінійними обмеженнями, для вирішення яких могли б застосовуватися відомі методи лінійного програмування. Однак характерною особливістю таких завдань на залізничному транспорті є велика розмірність, яка обумовлює необхідність пошуку більш ефективних алгоритмів і методів оптимізації, які дозволяли б знаходити рішення поставлених завдань і забезпечували гнучкість по відношенню до змін вихідних даних. Для побудови таких алгоритмів доцільно використовувати теорії графів і потоків в мережах [1, 2]. Переваги такого уявлення завдань перш за все пов'язані з можливістю оптимального рішення різноманітних задач великої розмірності і складності з урахуванням:

- внутрішніх взаємозв'язків;
- уявлення мережі залізниць;
- застосування досить тонких методів вирішення.

Використання обчислювальної техніки дозволяє знаходити ефективні і досить прості для практичного використання алгоритми вирішення задач оптимізації перевізної роботи.

Побудова моделей у вигляді графа доцільно для рішення багатьох завдань, що виникають в експлуатації залізничних доріг, наприклад, при визначенні найкоротших шляхів між двома станціями, за якими може бути перевезений вантаж. Така задача зв'язності є структурною. Однак в ній не вказана величина можливого потоку. Щоб включити цю інформацію, слід розглядати зважені графи. Для цього кожній ділянці і станції приписується число, яке вказує максимальну величину потоку, яку вони можуть пропустити. Максимальний потік, що може бути пропущений між розглянутими станціями – це пропускна здатність шляху.

Задача визначення максимального потоку між двома точками відома як «завдання про максимальний потік». Узагальнення цього завдання полягає в тому, щоб знайти максимальну величину потоків декількох призначень, які одночасно можуть слідувати між декількома парами точок. Ця задача відома як «завдання про багатопродуктовий максимальний потік». Обидві ці завдання є завданнями аналізу, коли задані мережа та її модель у вигляді графу. На основі аналізу графа знаходиться максимальне значення потоку.

Попередні завдання про зв'язність і максимальний потік тісно пов'язані з групою завдань, які можуть бути об'єднані під назвою задач про надійність. Експлуатація залізничних доріг відбувається в умовах можливих пошкоджень технічних пристроїв і виникнення несправностей рухомого складу. Наслідком цього є порушення руху поїздів. При заданих критеріях функціонування ми повинні створювати таку мережу, в якій можливі порушення роботи були б мінімальними. Завдання аналізу та синтезу можуть бути сформовані як детерміновані і як імовірнісні.

Слід також назвати задачі знаходження:

- найкоротшого шляху прямування поїздопоту;
- найкоротшого шляху доставки вантажів;
- найбільш дешевого шляху прямування поїздопоту;
- найбільш дешевого шляху доставки вантажів;
- найнадійнішого шляху прямування поїздопоту;
- найнадійнішого шляху доставки вантажів.

На мережі залізниць час доставки вантажів, оборот вагону залежать від величини потоків, що надходять. При високому рівні завантаження ліній і станцій значно сповільнюється проходження поїздів. В результаті погіршуються умови експлуатації роботи залізниць і зриваються терміни постачання вантажів. Доцільно регулювати надходження потоків вантажів на залізничному транспорті з тим, щоб зберігати оптимальні умови його роботи, що забезпечують перевезення максимального обсягу вантажів і виконання термінів їх доставки. В цьому випадку деяким підприємствам періодично доведеться очікувати прийому вантажів до перевезення. Час очікування може служити важливим параметром, що характеризує рівень розвитку мережі залізниць. Визначення середнього часу очікування прийому вантажів до перевезення і вивчення впливу на нього структури мережі є типовою задачею аналізу.

Потенційні можливості транспорту в забезпеченні промисловості і населення перевезеннями між окремими пунктами показують:

- структура мережі залізниць (її топологія);
- сукупність пунктів (вузлів, станцій, під'їзних шляхів);
- сукупність з'єднувальних ліній в їх взаємному розташуванні.

Пунктам і лініям можуть бути приписані різні функціональні характеристики, за якими визначають окремі кількісні та якісні показники. Можна розглядати структуру як мережі в цілому, так і окремих полігонів, виділених по виду перевезень, території або будь-якої іншої ознаки. Для будь-якої мережі в залежності від вимог або поставленої задачі можна розглядати структуру ліній (зв'язки між пунктами) або структуру колійного розвитку. В першому випадку ділянки мережі розглядаються незалежно від кількості колій на станціях та перегонах. У другому випадку враховуються кількість колій на перегонах та напрямок руху поїздів по ним. Крім структури технічного оснащення мережі, можна розглядати також структуру вагонопотоків (місцеві, транзитні) і категорії поїздів (вантажні, пасажирські і т. п.). Матричне представлення мережі залізничних доріг дає зручний спосіб описання графа, не зв'язаний з перелічуванням вершин та ребер або побудовою діаграм. Машинні програми оптимізаційних алгоритмів, як правило використовують матричний опис графа. Вершина та ребро інцидентні один одному, якщо вершина є для цього ребра кінцевою або початковою точкою. Два ребра інцидентні один одному, якщо обидва вони інцидентні одній і тій же вершині. Дві вершини називаються суміжними, якщо є ребро, що їх з'єднує. Будь-яка послідовність ребер називається ланцюгом.

Для отримання кількісних оцінок ребер, шляхів та зв'язків кожному ребру або вершині мережі приписується «вага» – число, яке характеризує відповідні властивості ребра або вершини з вказуванням розмірності (час, відстань, ціна). Для кожної характеристики може бути складена матриця, входження якої відносяться або к ребрам b_{ij} , або до вершин a_i . Під пропускну здатністю будемо розуміти або максимальне число поїздів, які можуть бути пропущені в одиницю часу, або рівень використання пропускну здатності при заданій кількості руху поїздів. Використовуючи характеристики ребер, можна отримати відповідні характеристики для окремих напрямків, перерізів або зв'язків між заданими станціями. Пропускна здатність шляху визначається найбільш «вузьким» місцем – мінімальною пропускну спроможністю ребер. Однією з найважливіших характеристик мережі є пропускна спроможність всіх ліній між окремими станціями мережі – пропускна спроможність m_{st} множина m_{st} всіх або обраних шляхів, які утворюють даний полігон, які визначаються як пропускна спроможність перерізу даної множини шляхів, які мають мінімальну пропускну спроможність. В теорії графів це відповідає теоремі про максимальний потік, який визначається мінімальним перерізом [2]. В приведенному визначенні поняття пропускну спроможності

може відноситись не тільки до ліній між двома станціями, але й до зв'язку станції з певним полігоном мережі або між двома полігонами.

Література:

1. Kyrychenko H., Statyuka Yu., Strelko O., Berdnychenko Yu., Nesterenko H. Assessment of cargo delivery quality using fuzzy set apparatus. *International Journal of Engineering & Technology*. Issue 7 (4.3). 2018. P. 262-265.
2. Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Авраменко С. І. Удосконалення технології роботи станції ДГ з обслуговування під'їзних колій. *Міжнародний техніко-економічний журнал «Українська залізниця»*. 2019. №1(67). С. 17-22.

Стрелко О.Г., Нестеренко Г.И., Музыкин М.И., Бибик С.И. **Исследование функционирования железнодорожных перегонов со слабо загруженными направлениями.** Совершенствование управления перевозочным процессом на железных дорогах представляет актуальную научную проблему. Повышение эффективности и качества перевозочного процесса связано с созданием и поддержкой оптимальных условий эксплуатации железнодорожных линий, позволяющих организовывать движение поездов с максимальной интенсивностью. Задача состоит в том, чтобы найти максимальную величину потоков нескольких назначений, которые одновременно могут следовать между несколькими парами точек.

Ключевые слова: разветвленный полигон; потоки; минимальное сечение; слабо загруженные направления.

Strelko O., Nesterenko H., Muzykin M., Bibik S. **Research of the functioning of railway lines with lightly loaded directions.** Improving the management of the transport process on the railways is an urgent scientific problem. Improving the efficiency and quality of the transportation process is associated with the creation and maintenance of optimal operating conditions of railway lines that allow you to organize the movement of trains with maximum intensity. The task is to find the maximum value of the flows of several destinations that can simultaneously follow between several pairs of points.

Keywords: branched landfill; flows; minimum cross section; weakly loaded directions.

Стрелко Олег Григорович	д.і.н., професор, декан факультету «Управління залізничним транспортом» ДУІТ, м. Київ, Україна.
Нестеренко Галина Іванівна	к.т.н., доцент, доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою» ДНУЗТ, м. Дніпро, Україна.
Музикін Михайло Ігорович	к.т.н., доцент кафедри «Комп'ютерні інформаційні технології», ДНУЗТ, м. Дніпро, Україна.
Бібік Світлана Ігорівна	к.т.н., доцент, доцент кафедри «Безпека життєдіяльності», ДНУЗТ, м. Дніпро, Україна.