

Лубенець Д., аспірант спеціальності 124 Системний аналіз

Науковий керівник: Коряшкіна Л.С., к. ф.-м. н., доцент кафедри системного аналізу та управління

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна)

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ В ІЄРАРХІЧНИХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

**Анотація.** Розглянуто двоетапні процеси розподілу ресурсу, неперервно розподіленого на певній території, та критерії їх оптимізації з використанням системного підходу. Запропоновано математичну модель оптимізаційної задачі, яка на відміну від неперервних задач оптимального розбиття множин з додатковими зв'язками, що описують подібні процеси, враховує можливість прямої доставки частини ресурсу до пунктів кінцевого призначення, не збираючи його в проміжних пунктах, а також парк транспортних засобів, які можуть бути задіяні для перевезення ресурсу між центрами першого і другого етапів.

**Ключові слова:** системний аналіз, математична модель, матеріальний потік, двоетапний розподіл, оптимальне розміщення об'єктів, логістична система.

**Вступ.** Методологія системного аналізу є універсальним засобом дослідження та проектування складних систем різноманітної природи [1]. Зокрема, системний підхід до аналізу проблем та задач, які виникають в ієрархічних транспортно-логістичних системах, передбачає інтеграцію всіх елементів аналізованих систем і всіх операцій в них в одне ціле, і вивчення їх тільки в сукупності та з урахуванням наявних взаємозв'язків. При цьому: 1) постулюється погляд на систему як на одне ціле з відповідними цілями, властивостями тощо; 2) визнається наявність особливих специфічних властивостей системи, яких може і не бути в окремих її елементів (так званий синергетичний ефект); 3) створення системи здійснюється з метою максимізації її ефективності (ступеня її пристосованості до досягнення поставлених цілей); 4) система обов'язково розглядається з урахуванням зовнішніх зв'язків та/або, загалом, як підсистема деякої більш загальної системи. А, прийнявши до уваги останній принцип систематизації, постулюється можливість поділу або декомпозиції системи на частини або підсистеми.

Метою даної роботи є раціональна організація роботи дворівневої транспортно-логістичної системи (ТЛС), яка здійснює збір деякого матеріального ресурсу, неперервно розподіленого на певній території  $\Omega$ , і перевезення його через проміжні пункти – центри першого етапу (наприклад, сортувальні або переробні) або безпосередньо до пунктів кінцевого призначення (центри другого етапу) за рахунок розробки моделей та методів розв'язання задач оптимального розміщення центрів першого етапу і територіальної сегментації області  $\Omega$  для розподілу ресурсу між всіма об'єктами ТЛС з урахуванням їх можливостей.

Розглядається оптимізаційна задача в наступній постановці. Нехай потрібно розробити план транспортування ресурсу (це може бути сільськогосподарська культура, ліс, корисні копалини, тощо) з території, до пунктів споживання (центрів другого етапу) у відведений термін і з якомога меншими транспортними витратами. При цьому слід врахувати, що частина ресурсу може бути доставлена одразу до пунктів кінцевого призначення за рахунок використання відповідних транспортних засобів, якими забезпечені центри першого етапу. Решта ресурсу транспортується в два етапи: на першому – до первинного пункту збору (центру першого етапу) із зони його обслуговування, на другому – від цих пунктів до вищезазначених центрів другого етапу (рис. 1). Розподіл ресурсу за центрами першого етапу має здійснюватися з урахуванням

їх місткості. Якщо центри першого етапу не визначені заздалегідь, то їх потрібно розмістити і облаштувати з розрахунку на певну кількість ресурсу. Відтак, потрібно закріпити за кожним з центрів зону, за збір з якої і доставку до кінцевих пунктів споживання він відповідає. Вважається, що кількість центрів другого порядку та їхні обсяги споживання дозволяють прийняти весь зібраний з території ресурс.

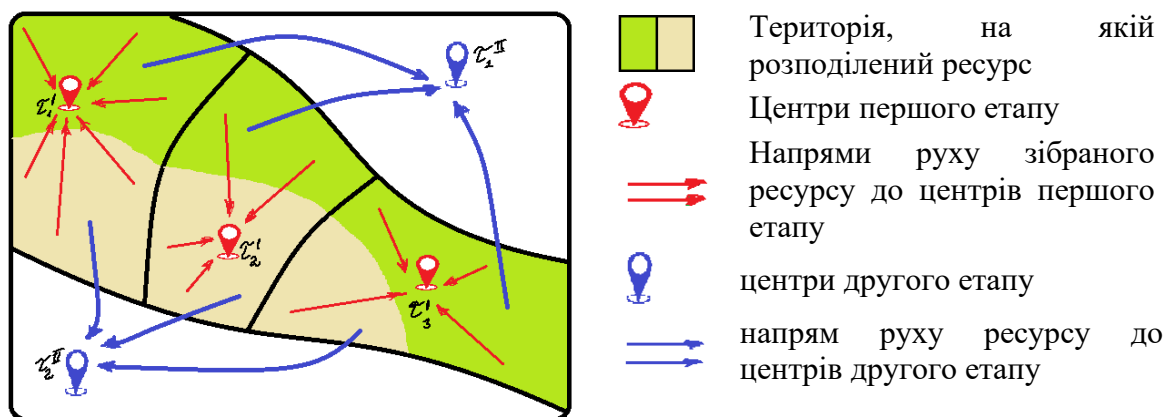


Рис. 1. Схема частково двоетапного розподілу матеріального потоку

Відтак, розглядається наступна задача: з метою доставки неперервно розподіленого ресурсу з території у відведений термін і з якомога меншими транспортними і організаційними витратами потрібно визначити: 1) місця розміщення пунктів первинного збору; 2) їх зони відповідальності – території, збір ресурсу з яких центри організують, розподіляючи частину ресурсу одразу між кінцевими пунктами, а решту транспортуючи до останніх в два етапи; 3) кількість ресурсу, на яку мають бути розраховані пункти первинного збору; 4) розподіл зібраного ресурсу для подальшого транспортування до кінцевих пунктів; 5) число транспортних засобів певної місткості, яке має бути задіяне для перевезення ресурсу з центрів першого до центрів другого етапів у відведений термін; 6) план транспортування тієї частини ресурсу, яку можна доставити у кінцеві пункти безпосередньо.

Залежно від початкових даних можна сформулювати різні варіанти задачі, наприклад: з фіксованими центрами першого етапу, з обмеженнями на їх потужності і без таких умов, без врахування типів транспортних засобів, що використовуються для перевезення ресурсу, вважаючи, що наявна достатня їх кількість та інші. Якщо припустити, що пункти первинного збору ресурсу взагалі непотрібні, то модель стає звичайною неперервною задачею оптимального розбиття множин. Задачі, що розглядаються, є новими за математичними постановками в класі неперервних задач оптимального розбиття множин з додатковими зв'язками [2], оскільки передбачає необов'язкове використання проміжних центрів в багатоетапній транспортно-логістичній мережі. За рахунок введення до розгляду параметрів і змінних, які пов'язані з використовуваними транспортними засобами, задача набуває дискретно-неперервного характеру і потребує застосування методів комбінаторної оптимізації.

**Наукова новизна** цієї роботи – розширення класу неперервних задач оптимального розбиття множин з додатковими зв'язками за рахунок побудови нових моделей, що враховують різні способи доставки ресурсу до кінцевих пунктів.

#### Список використаних джерел:

1. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу. – К.: ВHV, 2007. – 544 с.
2. Bulat A., Dziuba S., Minieiev S., Koriashkina L., Us S. (2020). Solution of the problem to optimize two-stage allocation of the material flows. *Mining of Mineral Deposits*, 14(1), P. 27 – 35. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining14.01.027>