

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«Введення в дослідження операцій в транспортних системах»

для студентів денної форми навчання

спеціальностей 7.100401, 7.100402, 7.100403

Тема: «Транспортна задача».

Затверджено методичною
радою університету,
протокол

Харків 2010

Укладачі: доц. Плехова Г.А.
ас. Козачок Л.Н.

Кафедра прикладної математики

Мета вивчення дисципліни “Введення в дослідження операцій в транспортних системах” – формування у студентів знань основних положень загальної методології дослідження операцій на транспорті, методів та моделей дослідження операцій при розв'язанні транспортних задач.

При вивченні дисципліни студенти повинні закріпити теоретичний матеріал, вирішуючи конкретні задачі на практичних заняттях,

В процесі управління, організації та планування роботи транспортних засобів дуже часто виникають задачі оптимізаційного характеру, тобто коли з безлічі варіантів використання наявних ресурсів, транспортно-технологічних схем та ін. необхідно вибрати кращий варіант. Ці задачі, як правило, виражають прагнення досягти максимуму або мінімуму деякого, раніше вибраного показника якості процесу (роботи), а вони виникають з-за обмеженості наявних ресурсів. В зв'язку з цим, оптимальний план знаходиться серед планів, які задовольняють обмеження, які накладаються ресурсами на параметри управління. Все це потребує від спеціаліста знань та вмінь в області оптимального управління та планування.

Запропоновані завдання передбачають використання при розв'язанні задач методів математичного програмування (лінійного, динамічного), сітьового планування та управління, комбінаторного аналізу.

Навчальним планом передбачено читання-лекцій – 36 годин та проведення практичних занять - 36 годин. По закінченню семестру студенти складають іспит.

Аудиторні практичні заняття (згідно з розкладом) включають усне опитування студентів для виявлення ступеня їх підготовленості до виконання завдань (перелік контрольних запитань наведені у кожному завданні), розгляд методики виконання завдань, визначення початкових даних та самостійне виконання особистих завдань.

Самостійна поза аудиторна підготовка являє собою вивчення матеріалу лекцій та літературних джерел, рекомендованих до кожного завдання. В разі потреби завершуються розрахунки попереднього завдання.

Після виконання особистих завдань студенти оформляють звіт про практичні заняття в рукописному (машинописному) вигляді, бажано на аркушах листах формату А4. При цьому розрахунки супроводжуються коротким пояснювальним текстом, в якому показується параметр та розрахунки. Параметрам, які входять до формул, необхідно дати визначення та вказати розмірність, якщо вона є. В кінці звіту необхідно зробити висновки та навести перелік використаних літературних джерел, на які є посилання в тексті. Титульний лист оформляється у звичайному порядку. Остаточно оформлений звіт повинен бути підписаний студентом та представлений для перевірки та затвердження, після цього студент допускається до іспиту.

ЗАНЯТТЯ 1

Укладання вихідного припустимого плану перевезень вантажів за допомогою методу північно-західного кута, мінімального елемента рядка або стовпця та методу апроксимації Фогеля.

Мета заняття – придбати практичні навички побудування вихідного припустимого плану перевезень вантажів декількома способами.

Завдання. Скласти вихідний припустимий план перевезень вантажів, користуючись способом північно-західного кута, мінімального елемента строки та апроксимації Фогеля.

Задача. Визначена транспортна задача.

Мається чотири постачальники (A_i) і п'ять споживачів (B_j) вантажу. Наявність вантажу у відправників (a_j), потреба його у споживачів (b_j) та відстані між ними наведені в табл. 3.1. Потрібно знайти вихідний план перевезень вантажів за допомогою декількох методів побудови початкових планів.

Таблиця 3.1 – Наявність та потреба вантажу. Відстані поміж постачальниками та споживачами

Сільськогосподарський район	Споживач								Наявність вантажу, a_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	
A_1	$7+i$	$2+j$	$4+i$	$11-j$	$6+j$	$3+i$	$9+j$	$14-i$	$75+10j$
A_2	$2+j$	$6+i$	$3+j$	$12-i$	$7+i$	$10-j$	$5+j$	$4+j$	$220-5j$
A_3	$8+j$	$12-i$	$9+j$	$4+i$	$13-j$	$8+i$	$7+i$	$10+j$	$150-5j$
A_4	$18-i$	$6+j$	$12+i$	$17-j$	$15-i$	$13-j$	$4+i$	$2+i$	$80+15i$
A_5	$16-j$	$18-i$	$15-i$	$4+i$	$5+j$	$7+j$	$3+i$	$21-j$	$175-10i$
A_6	$19-j$	$6+i$	$21-j$	$2+j$	$23-i$	$17-i$	$14-j$	$12-i$	$150-5i$
Потреб вантажу, b_j	$60+15i$	$80+5i$	$120-5i$	$140-5i$	$70+5j$	$130-5j$	$90+10j$	$160-10j$	850

Вказівки до виконання

Завдання виконується у такій послідовності:

1. За даними табл. 3.1 скласти транспортну матрицю.
2. Скласти вихідний припустимий план транспортної задачі методом північно-західного кута. Починаючи з клітинки (1;1) порівнюємо наявність та потреби вантажу, заповнюємо її, відповідно переходимо до клітинки (2;1) або (1;2). З тією клітинкою робимо так само, як і з клітинкою (1;1).
3. Скласти вихідний припустимий план транспортної задачі методом мінімального елемента строки. Розглядаючи по черзі кожен елемент строки транспортної матриці, знаходимо у ній мінімальний елемент; порівнюємо наявність та потреби вантажу відповідно до цього елемента, заповнюємо клітинку і переходимо до іншого мінімального елемента у цій строчці або до іншої строки.
4. За даними табл. 3.1 скласти транспортну матрицю, яка відрізняється від попередньої тим, що має додатковий рядок та стовпець різниць.
5. Скласти вихідний припустимий план способом апроксимації Фогеля.
 - а) Знайти різниці для кожного рядка і стовпця між двома найменшими значеннями цільових елементів (відстаней) та записати їх у відповідні клітинки стовпця та рядка різниць.

б) Серед усіх різниць вибрати найбільшу. В стовпці або рядку з найбільшою різницею знайти клітину з найменшими значеннями цільового елементу та заповнити її максимально можливою кількістю вантажу. За наявності двох та більш однакових значень найбільшої різниці знайти та завантажити “сідлову” клітину. Якщо “сідлова” клітинка відсутня, то необхідно визначити додаткові різниці.

в) Заповнити клітинку максимально можливою кількістю вантажу з найменшим значенням цільового елементу рядка або стовпця, що має найбільшу додаткову різницю. В результаті хоча б один стовпець або один рядок будуть виключені з подальшого розгляду.

г) Скорегувати наявність вантажу або його потреби.

д) Повторювати наведені вище операції, доки весь вантаж не буде розподілений.

6. Отриманий припустимий вихідний план з використанням способу апроксимації Фогеля перевірити на оптимальність.

7. Зробити висновок на рахунок того, який із побудованих планів ближче до оптимального, тобто, при якому плані значення функції цілі найменше.

Контрольні запитання

1. Яким чином заповнюють клітини рядку та стовпця різниць?
2. Що таке “сідлова” клітина?
3. Як визначається додаткова різниця?

ЛІТЕРАТУРА [1]

ЗАНЯТТЯ 2

Рішення транспортної задачі лінійного програмування розподільчим методом.

Мета заняття – закріплення практичних навиків рішення транспортної задачі розподільчим методом.

Завдання. Скласти оптимальний план перевезень вантажів розподільчим методом.

Задача. Постановка задачі та вихідні дані такі ж, як в попередньому занятті. Необхідно скласти вихідний припустимий план перевезень вантажів способом апроксимації Фогеля. Відштовхуючись від вихідного плану перевезень, знайти оптимальний план розподільчим методом.

Вказівки до виконання

Завдання виконується у такій послідовності:

1. За даними табл. 3.1 скласти транспортну матрицю, вважаючи “*i*” – дорівнюється останній, а “*j*” – передостанній цифрі номеру залікової книжки.

2. Знайти оптимальний план транспортної задачі.

Побудувати вихідний припустимий план за допомогою одного із засобів (за вказівкою викладача): північно-західного куту, мінімального значення цільового елементу рядка або стовпця, методу апроксимації Фогеля.

3. Перевірити кількість завантажених клітин, яких повинно бути у кількості $m+n-1=6+8-1=13$. Якщо завантажених клітин менше, то треба додати нульові завантаження клітин.

4. Розрахувати допоміжні числа (потенціали) рядків і стовпчиків (U_i та V_j), використовуючи формулу

$$\begin{cases} U_1 = 0, \\ U_i + V_j = c_{ij}; \end{cases} \text{ для завантажених клітин.}$$

5. Знайти потенціали не завантажених клітин

$$p_{ij} = U_i + V_j - c_{ij}.$$

Згідно з теоремою об умові оптимальності, для не завантажених клітин повинна виконуватися нерівність $U_i + V_j \leq c_{ij}$, тобто $p_{ij} \leq 0$.

Якщо є клітини для яких $p_{ij} > 0$, то отриманий план не оптимальний, і від нього треба перейти до нового опорного плану.

5. Перерозподілити завантаження кліток.

Вибрати клітину, для якої виконується умова $\max_{p_{ij} > 0} p_{ij}$. Цю клітину треба додати до плану перевезень, а іншу вивести із плану. Для цього будують цикл та роблять перенос по циклу, перерозподіляють завантаження кліток і знов виконують перевірку нового плану на оптимальність. Процес буде тривати доки не буде знайдений оптимальний план. Після кожної ітерації визначити значення транспортної роботи.

Контрольні запитання

1. Склад математичної моделі транспортної задачі лінійного програмування.
2. Методи розв'язання задач лінійного програмування.
3. Сутність і алгоритм розв'язання транспортної задачі лінійного програмування розподільчим методом.
4. Способи побудови початкового припустимого плану при розв'язуванні транспортної задачі розподільчим методом.
5. Перевірка припустимого плану на оптимальність.

6. Поліпшення неоптимального плану.
7. Основні типи транспортних задач, що вирішуються розподільчим методом.
8. Транспортна задача відкритого типу.
9. Визначення допоміжних чисел (потенціалів) рядків і стовпчиків матриці.
10. Перерозподіл завантаження кліток матриці. Побудова контуру.
11. Знаходження потенціальних не завантажених кліток.

ЛІТЕРАТУРА [1,2, 3, 5]

ЗАНЯТТЯ 3

Рішення транспортної задачі лінійного програмування методом розв'язуючих доданків.

Мета заняття – набути практичних навичок розв'язання транспортних задач лінійного програмування методом розв'язуючих доданків.

Завдання. Скласти оптимальний план перевезень вантажів методом розв'язуючих доданків.

Задача. Постанова задачі та вихідні дані використовують з завдання 3. Потрібно знайти оптимальний план закріплення споживачів за постачальниками методом розв'язуючих доданків.

Вказівки до виконання

Завдання виконується у такій послідовності:

1. За даними табл. 3.1 скласти транспортну матрицю, яка відрізняється від матриці розподільчого методу тим, що має додатково стовець

“розв'язуючий доданок”, стовпець “достаток (+) - недостача (-)”, а також рядок різниць. Постачальників необхідно розташовувати за рядками.

2. Побудувати початковий план (умовно-оптимальний) за мінімальними значеннями цільових елементів (відстаней) без урахування наявності об'ємів вантажу у кожного постачальника. Визначити достаток (недостачу) за кожним постачальником за отриманим планом задовільнення усіх закріплених за ними споживачів. Визначити різниці за кожним стовпчиком, у недостатніх рядках яких є заповнена клітка; вибрати розв'язуючий доданок; визначити нові значення цільових елементів клітин недостатніх рядків; побудувати новий припустимий план. Ці операції повторюються, доки в матриці не буде отримано оптимальний варіант розподілу завантаження, у якому відсутні недостатні рядки.

Контрольні запитання

1. Чому метод розв'язуючих доданків відноситься до групи методів умовно-оптимальних планів?
2. Коли доцільно використовувати цей метод рішення транспортної задачі лінійного програмування?
3. Що таке недостатній, достатній та нейтральний рядки?
4. Ознака оптимального рішення задачі.
5. Як оцінюють нейтральні рядки?
6. Як знаходять розв'язуючий доданок?
7. Для яких стовпчиків і як знаходять різниці?
8. Визначення загальної недостачі.

ЛІТЕРАТУРА [1,5]

ЗАНЯТТЯ 4

Розробка раціональних маршрутів при перевезеннях однорідних масових вантажів.

Мета заняття – набути практичних навичок складання кільцевих маршрутів перевезень вантажів.

Завдання. Скласти раціональні маршрути перевезень різноманітних однорідних вантажів за допомогою “таблиць зв'язків” та “сумісної матриці”.

Задача. Не змінюючи планів перевезень вантажів, розробити раціональні маршрути доставки вантажів, які б забезпечували найбільше значення коефіцієнта використання пробігу. Вихідні дані наведені в табл. 6.1 за варіантами.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані

Постачальники	Споживачі	Постачальники						Кількість вантажу, т
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	
A_1	B_1	$17-j$	$21-i$	$7+j$	$9+j$	$6+i$	$19-j$	$85+10j$
	B_2	$21-j$	$20-i$	$8+i$	$2+j$	$9+j$	$3+i$	$220-10j$
A_2	B_3	$3+j$	$7+i$	$19-j$	$16-i$	$8+j$	$6+i$	$105+5j$
	B_4	$6+i$	$10-j$	$8+j$	$20-i$	$19+j$	$13-j$	$200-5j$
A_3	B_5	$19-j$	$18-i$	$13+j$	$3+i$	$4+i$	$10-i$	$130+10j$
	B_6	$2+j$	$7+j$	$12-j$	$11-i$	$13-j$	$6+j$	$150-10j$
A_4 3	B_7	$1+j$	$13-i$	$4+i$	$16-j$	$5+j$	$11-j$	$70+10i$
	B_8	$11-j$	$1+j$	$2+i$	$17-i$	$10-i$	$1+j$	$80+5i$
A_5	B_9	$12-j$	$6+j$	$5+j$	$4+i$	$22-j$	$2+j$	$60-5i$
	B_{10}	$17-i$	$13+i$	$5+j$	$1+j$	$19-i$	$16-i$	$190-10i$
A_6 5	B_{11}	$1+i$	$13+j$	$2+j$	$13-i$	$18-j$	$19-j$	$210-10i$
	B_{12}	$10-j$	$20-i$	$8+j$	$10-j$	$6+j$	$23-j$	$160+10i$
Кількість вантажу, т								

Вказівки до виконання

Для свого варіанту забраними табл. 6.1 розрахувати вихідні дані (де i – остання цифра залікової книжки, а j – предостання цифра).

Розв'язання задачі здійснюється у такій послідовності.

На першому етапі вирішується транспортна задача лінійного програмування і знаходиться оптимальний план повернення порожніх автомобілів будь-яким способом (по узгодженню з викладачем). На другому етапі, маючи плани перевезень і оптимальний план повернення порожніх автомобілів, формуються маршрути.

Засіб “таблиць зв'язків”

Плани перевезень записати до таблиці зв'язків ТЗ-1, а оптимальний план повернення порожніх автомобілів - до ТЗ-2. Використовуючи дані ТЗ-1 та ТЗ-2, скласти спочатку маятникові, а потім кільцеві маршрути, які повинні задовольняти вимогам: коефіцієнт використання пробігу $\beta > 0,53$, а час оберту автомобіля на маршруті $t_{об} \leq T_n$ (де T_n – час у наряді).

Засіб “сумісної матриці”

У відповідні клітини матриці з оптимальним планом повернення порожніх автомобілів занести плани перевезень вантажів. Клітини, які мають по два значення (одне – об'єм перевезень вантажу, друге – об'єм повернення порожняка в зворотному напрямку). Менше значення визначає потужність вантажопотоку по отриманому маятниковому маршруту. Після визначення усіх маятникових маршрутів для складання кільцевих будують замкнуті контури, в кутах якого розташовують почергово клітини з об'ємами перевезень та поверненням порожняка.

Після складання кільцевих маршрутів їх необхідно перевірити на коефіцієнт використання пробігу і час оберту.

Контрольні запитання

1. Основні етапи розробки раціональних маршрутів перевезень масових однорідних вантажів.
2. Сутність складання раціональних маршрутів засобом “таблиць зв'язків”.
3. Порядок формування кільцевих маршрутів за допомогою “сумісної матриці”.
4. Правило побудови контуру.
5. Формулювання задачі маршрутизації масових однорідних вантажів.

ЛІТЕРАТУРА [1, 5]

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кожин А. Н. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками. – М: Высшая школа, 1979.
2. Бобарыкин В.А., Тимошин Е.Ф. Математические методы на автотранспорте. – Л., 1969.
3. Громовой Э.П. Математические методы и модели в планировании и управлении на морском транспорте. – М.: Транспорт, 1979.
4. Пьяных С.М. Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта. – М.: Транспорт, 1988.
5. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1982
6. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Вища школа, 1986.