

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Д. Л. Бурко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

з дисципліни

**«ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ В
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ»**

*(для студентів напряму підготовки
6.070101 (1004) «Транспортні технології»)*

Харків
ХНАМГ
2010

Методичні вказівки до практичних завдань і самостійної роботи з дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах» (для студентів напряму підготовки 6.070101 (1004) «Транспортні технології») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Д. Л. Бурко. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 30 с.

Укладач: Д. Л. Бурко

Рецензент: проф., д.т.н. Ю. О. Давідіч

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол № 1 від 8 вересня 2009 р.

ЗАВДАННЯ 1. Розробка математичної моделі лінійного програмування та графоаналітичний метод її розв'язання

Мета заняття – придбати практичні навички складання математичної моделі задачі лінійного програмування та її розв'язання графоаналітичним методом

Завдання. Скласти математичну модель задачі та вирішити її графоаналітичним методом.

Задача. Необхідно сформулювати і спрямувати до сільськогосподарських районів А і В вантажно-транспортні загони для вивозу врожаю. Укомплектованість кожного загону технічними засобами та їх загальна кількість наведені в табл.1.1. Необхідно визначити кількість вантажно-транспортних загонів, спрямованих до кожного району, забезпечив максимальний вивіз урожаю з урахуванням їх добової продуктивності, значення яких надані в табл.1.2.

Вказівки до виконання

За своїм варіантом в табл.1.1 та 1.2 знайти вихідні дані. Варіант завдання в табл.1.1 для сільськогосподарських районів відповідає останній цифрі номера залікової книжки, а для загальної кількості технічних засобів – предостанній; в табл.1.2 варіант завдання визначається цілою частиною результату, отриманого від ділення суми двох останніх цифр номера залікової книжки на два.

Виконання завдання здійснюється в наступній послідовності:

1. Складання математичної моделі задачі
 - 1.1.Вибір параметрів управління.
 - 1.2.Встановлення критерія оптимальності.
 - 1.3.Складання системи обмежень та вираження цільової функції.
 - 1.4.Запис математичної моделі задачі.

Таблиця 1.1 – Кількість технічних засобів вантажно-транспортного загону та загальна їх кількість

Варіант	Технічні засоби			
	Автомобіль	Техдопомога	Навантажний механізм	Меддопомога
Сільськогосподарський район А				
0	100	2	1	1
1	50	1	1	1
2	75	1	1	1
3	150	3	2	2
4	60	1	1	1
5	80	2	1	1
6	90	2	1	1
7	70	1	1	1
8	120	3	2	2
9	110	2	2	1
Сільськогосподарський район В				
0	150	3	2	2
1	75	1	1	1
2	100	2	1	1
3	100	2	1	1
4	90	2	1	1
5	120	3	2	2
6	60	1	1	1
7	120	3	2	2
8	80	2	1	1
9	70	1	1	1
Загальна кількість технічних засобів				
0	1200	18	16	8
1	1000	16	17	7
2	900	14	15	9
3	1500	19	12	10
4	1100	17	10	8
5	1400	18	11	7
6	800	14	9	8
7	950	15	10	9
8	1050	16	12	10
9	1150	17	14	12

Таблиця 1.2 – Добова продуктивність вантажно-транспортних загонів

Сільськогосподарський район	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	5,0	6,0	4,5	5,5	3,5	2,5	6,5	4,0	5,5	3,0
В	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	4,5	3,0	5,5	2,5	4,5

2. Розв'язання задачі лінійного програмування графоаналітичним методом.
 - 2.1. Побудова многокутника системи обмежень та лінії рівня цільової функції.
 - 2.2. Визначення напрямку переміщення лінії рівня цільової функції.
 - 2.3. Знаходження оптимальних значень параметрів управління.
 - 2.4. Перевірка аналітично здобутих значень параметрів управління розв'язанням відповідної системи рівнянь.

Контрольні питання

1. Мета застосування економіко-математичних методів в управлінні та організації транспортного виробництва.
2. Перелік задач транспортного виробництва , які розв'язуються з використанням математичних методів.
3. Оптимальне рішення.
4. Значення понять «лінійне, нелінійне та динамічне програмування».
5. Структура математичної моделі загальної задачі лінійного програмування.
6. Основні етапи побудови математичної моделі.
7. Геометричні образи структурних елементів математичної моделі.
8. Порядок розв'язування загальної задачі лінійного програмування.
9. Альтернативні оптимальні рішення.

Література (1,3,4,5)

ЗАВДАННЯ 2. Визначення найкоротших відстаней

Мета заняття – придбати практичні навички визначення найкоротших відстаней між вершинами транспортної мережі.

Завдання. Скласти матрицю найкоротших відстаней між вершинами транспортної мережі.

Задача. Надана транспортна мережа. Відстані між вершинами наведені на рис. 2.1 за варіантами (i - остання, а j – предостання цифра номера залікової книжки). Визначити найкоротші відстані між усіма вершинами транспортної мережі методом потенціалів.

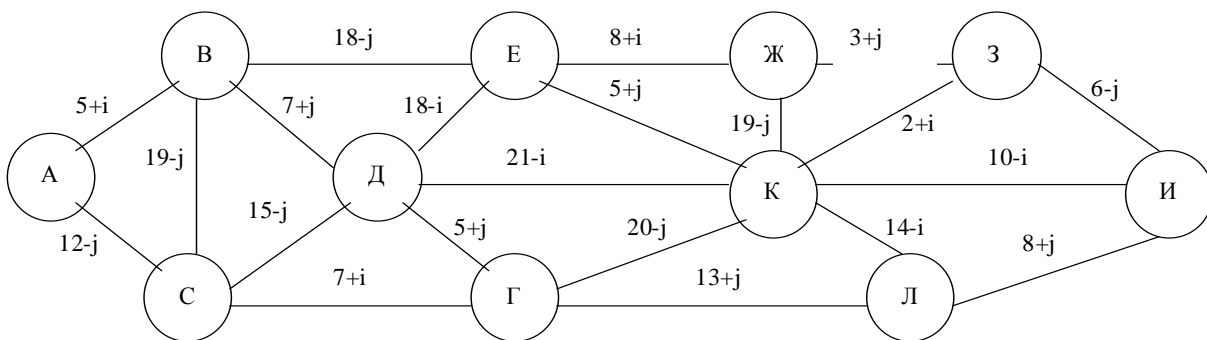


Рис. 2.1 – Транспортна мережа

Вказівки до виконання

Завдання виконують в наступній послідовності:

1. Розрахувати довжину ланок транспортної мережі за своїм варіантом.
2. Розв'язати задачу методом потенціалів.

Початковій вершині, від якої знаходять найкоротші відстані, надають потенціал, що дорівнюється нулю ($P_i=0$). Визначають ланки, для яких обрана вершина (i -я) є початковою, і розраховують потенціали кінцевих вершин цих ланків за формулою

$$P_j = P_i + l_{ij}, \quad (2.1)$$

де l_{ij} – довжина ланки ($i-j$), тобто відстань між вершинами i та j .

Знаходять найменший з усіх потенціалів і надають йому значення відповідної кінцевої вершини. Визначають стрілкою ланку, що веде в цю кінцеву вершину, а її приймають за початкову. Таким чином, розглядаються всі ланки, в яких один із потенціалів не визначений.

Приймають за початок мережі послідовно кожну вершину і за описаною послідовністю знаходять найкоротші відстані між усіма вершинами мережі. Результати заносять до таблиці, що і буде матрицею найкоротших відстаней.

Контрольні питання

1. Що означає задати транспортну мережу?
2. Як скласти граф-модель транспортної мережі.
3. Методи рішення задачі оптимізації транспортної мережі?
4. Сутність методу потенціалів.
5. Алгоритм методу “Метли”.
6. Оптимізація транспортної мережі методом динамічного програмування.
Література (1,3).

ЗАВДАННЯ 3. 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. Мається чотири постачальники(A_i) і п'ять споживачів(B_j) вантажу. Наявність вантажу у відправників(a_i), потреба його у споживачів(b_j) та відстані між ними наведені в табл. 3.1. Потрібно знайти оптимальний план закріплення споживачів за постачальниками розподільчим методом, забезпечив мінімум транспортної роботи.

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

Постачальник	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	50+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+5i	80+5i	120-5i	140-5i	70+5j	130-5j	90+10j	160-10j	850

Вказівки до виконання

Завдання виконують в наступній послідовності:

1. За даними табл.3.1 скласти транспортну матрицю, вважаючи, що “ i ”-дорівнюється останній, а “ j ”- предостанній цифрі номера залікової книжки.
2. Знайти оптимальний план транспортної задачі.

Побудувати вихідний припустимий план одним із засобів (за вказівкою викладача): північно-західного куту, мінімального значення цільового елемента рядка або стовпця, подвійної переваги. Перевірити вихідний припустимий план на оптимальність. Для цього необхідно:

- Розрахувати допоміжні числа (потенціали) рядків і стовпчиків (U_i та V_j), використовуючи завантажені клітини транспортної матриці;
- знайти потенціали незавантажених клітин.

При їхній відсутності – план оптимальний.

Якщо план не оптимальний, то його необхідно поліпшити, перерозподілив завантаження кліток і знов виконати перевірку нового плану на оптимальність. Процес триває, доки не буде знайдено оптимальний план. Після кожної ітерації визначити значення транспортної роботи.

Контрольні питання

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 вирішують розподільчим методом.
 8. Транспортна задача відкритого типу.
 9. Визначення допоміжних чисел (потенціалів) рядків і стовпчиків матриці.
 10. Перерозподіл завантаження кліток матриці. Побудова контура.
 11. Знаходження потенціальних незавантажених кліток.
- Література (1,2,3,5).

ЗАВДАННЯ 4. Укладання вихідного припустимого плану перевезь вантажів способом апроксимації Фогеля

Мета заняття – придбати практичні навички побудування вихідного припустимого плану перевезень вантажів способом апроксимації Фогеля.

Завдання. Скласти вихідний припустимий план перевезень вантажів, користуючись способом апроксимації Фогеля.

Задача. Постанова задачі та вихідні дані такі ж, як в попередньому занятті. Необхідно скласти вихідний припустимий план перевезень вантажів способом апроксимації Фогеля.

Вказівки до виконання

Завдання виконують в наступній послідовності:

1. За даними табл.3.1 скласти транспортну матрицю, яка відрізняється від попередньої тим, що вона має додаткий рядок та стовпець різниць.
2. Скласти вихідний припустимий план способом апроксимації Фогеля.

Знайти різниці для кожного рядка і стовпця між двома найменшими значеннями цільових елементів (відстаней) та записати їх у відповідні клітки стовпця та рядка різниць. Серед усіх різниць вибрати найбільшу. В стовпці або рядку з найбільшою різницею знайти клітку з найменшими значеннями цільового елемента та завантажити її максимально можливою кількістю вантажу. За наявності двох та більш однакових значень найбільшої різниці знайти та завантажити “сідлову” клітину. Якщо “сідлова” клітина відсутня, то необхідно визначити додаткові різниці. Завантажити клітку максимально можливою кількістю вантажу з найменшим значенням цільового елемента рядка або стовпця, що має найбільшу додаткову різницю. В результаті хоча б один стовпець або один рядок будуть виключені з подальшого розгляду. Повторювати наведені вище операції, доки весь вантаж не буде розподілений.

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

Контрольні питання

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

Література (1).

ЗАВДАННЯ 5. Рішення транспортної задачі лінійного програмування методом розв'язуючих доданків

Мета заняття – придбати практичні навички розв'язування транспортних задач лінійного програмування методом розв'язуючих додатків.

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

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

Вказівки до виконання

Завдання виконують в наступній послідовності:

1. За даними табл.3.1 скласти транспортну матрицю, яка відрізняється від матриці розподільчого методу тим, що вона має додатково стовпець «розв'язуючий додаток», стовпець «достаток (+) – нестача (-)», а також рядок різниць. Постачальників необхідно розташовувати по рядках.

2. Побудувати початковий план (умовно-оптимальний) за мінімальними значеннями цільових елементів (відстаней) без урахування наявності об'ємів вантажу у кожного постачальника. Визначити достаток (недостачу) по кожному постачальнику за отриманим планом задовільнення всіх закріплених за ними споживачів. Визначити різниці по кожному стовпцю, у недостатніх рядках яких є завантажена клітка; вибрати розв'язуючий додаток; 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 питання

1. Чому метод розв'язуючих додатків 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 додаток?
7. Для яких стовпчиків і як знаходять різниці?
8. Визначення загальної недостачі.

Література (1,5).

ЗАВДАННЯ 6. Рішення транспортної задачі лінійного програмування в мережній постановці

Мета заняття – придбати практичні навички рішення транспортної задачі лінійного програмування в мережній постановці.

Завдання. Скласти оптимальний план перевезень вантажів.

Задача. Надана мережа автомобільних шляхів (рис.6.1). Довжина ланків мережі надана на рис.6.1 за варіантами (i – остання, а j – предостання цифра номера залікової книжки). У вершинах мережі розташовані пункти відправлення вантажу A_i ($i = 1 \dots m$), пункти призначення B_j ($j = 1 \dots n$) і вільні (транзитні) пункти D_k ($k = 1 \dots p$). Наявність вантажу у відправників і потреба в вантажі споживачів надані за варіантами в табл.6.1,6.2. Значення визначають за останньою цифрою номера залікової книжки.

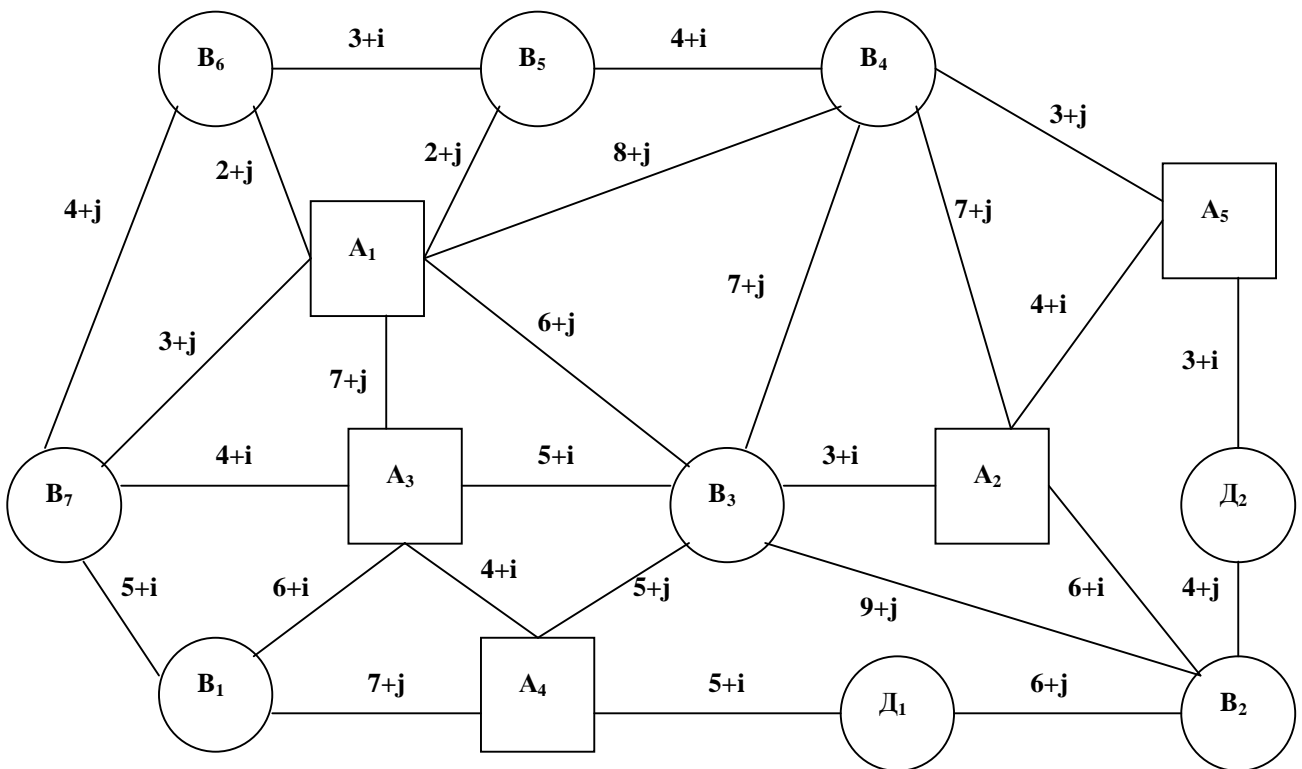


Рис.6.1 – Мережа автомобільних шляхів

Таблиця 6.1 – Потреба у вантажі

Варіант	Споживачі							Всього
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	
0	55	40	35	95	65	45	55	390
1	185	95	95	125	125	115	110	850
2	85	95	135	65	45	65	60	550
3	140	135	125	130	90	105	75	800
4	120	95	180	150	105	150	120	920
5	130	150	110	90	55	95	120	750
6	120	110	135	165	190	130	100	950
7	120	110	35	165	90	80	150	750
8	80	75	90	70	125	120	80	640
9	65	50	40	75	45	55	50	380

Таблиця 6.2 – Наявність вантажів у постачальників

Варіант	Постачальники					Всього
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	
0	110	70	100	50	60	390
1	190	200	160	60	240	850
2	130	150	100	80	90	550
3	50	300	200	150	100	800
4	120	100	400	200	100	920
5	100	200	150	100	200	750
6	250	110	90	300	200	950
7	180	120	150	150	150	750
8	160	130	150	110	90	640
9	90	90	80	70	50	380

Вказівки до виконання

Виконання завдання здійснюють в наступній послідовності:

1. Скласти припустимий вихідний план на мережі шляхів.
2. Перевірити оптимальність плану за допомогою допоміжних чисел (потенціалів). При наявності потенціальних незавантажених ділянок, що свідчать про неоптимальність плану, необхідно його покращити способом перерозподілу завантаженості по замкнутому контуру.

Новий план перевірити на оптимальність. Повторювати процес, доки не буде отримано оптимальний план. Після кожної ітерації визначити значення транспортної роботи.

Контрольні питання

1. Алгоритм рішення транспортної задачі лінійного програмування на мережі.
2. Коли доцільно вирішувати транспортну задачу в мережній постановці?
3. Як визначаються допоміжні числа вершин мережі?
4. Ознака оптимальності плану перевезень при рішенні транспортної задачі в мережній постановці.
5. Правила знаходження контуру і перерозподіл завантажених ділянок мережі по контуру.
6. Переваги і недоліки рішення транспортної задачі в мережній постановці в порівнянні з матричною формою.

Література (2).

ЗАВДАННЯ 7. Рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом.

Мета заняття – придбати практичні навички рішення задач лінійного програмування симплекс-методом використовуючи симплекс-таблицю.

Завдання. Вирішити симплекс-методом задачу лінійного програмування, використовуючи симплекс-таблиці. Знайти додатні значення перемінних x_1 , x_2 , x_3 , які спрямовують в максимум лінійну форму (7.2) при умовах (7.1).

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 \leq b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 \leq b_3 \end{cases} \quad (7.1)$$

$$F = c_0 + c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \rightarrow \max \quad (7.2)$$

Вказівки до виконання

За своїм варіантом в табл.7.1 знайти значення постійних величин виражень (7.1) та (7.2), де i – остання, а j – предостання цифра номера залікової книжки.

Таблиця 7.1 – Значення постійних величин

$a_{11}=2+i$	$a_{12}=7+j$	$a_{13}=1+i$	$b_1=12+i+j$
$a_{21}=3+j$	$a_{22}=3+i$	$a_{23}=2+j$	$b_2=18+i+j$
$a_{31}=2+i+j$	$a_{32}=2+i+j$	$a_{33}=2+j$	$b_3=17+i+j$
$c_0=0$	$c_1=2+i+j$	$c_2=5+j$	$c_3=3+i$

Виконання завдання здійснюють в наступній послідовності:

Ввести додаткові перемінні x_4 , x_5 , x_6 з відповідними коефіцієнтами (1 і 0) до всіх виражень (7.1) та (7.2). При цьому нерівності стають рівностями. Записати всі дані отриманих рівнянь до спеціальної симплекс-таблиці, основна

частина якої складається з коефіцієнтів при основних перемінних усіх рівнянь і одиничної матриці.

Визначити ключовий стовпець, ключовий рядок і ключове число. Знайти числа головного рядка нової симплекс-таблиці та інші похідні числа. В стовпці базисних перемінних нової симплекс-таблиці в головному рядку проставити перемінну, яка в попередній таблиці знаходилась в ключовому стовпці. Якщо в індексному рядку є від'ємні числа, тоді рішення продовжується, повторюючи всі попередні операції. Оптимальне рішення виходить, якщо відсутні від'ємні числа в індексному рядку. За даними останньої симплекс-таблиці визначити значення перемінних, які забезпечують оптимальне рішення.

Контрольні питання

1. Як будується симплекс-таблиця?
2. Як визначають ключовий стовпець, рядок і число?
3. Як визначають числа головного рядку?
4. Правила визначення похідних чисел.
5. Ознака оптимального рішення.
6. Що визначають в результаті рішення числа в стовпці вільних членів і число в клітці індексного рядку стовпця вільних членів?

Література (1,3,5).

ЗАВДАННЯ 8. Розробка раціональних маршрутів при перевезеннях однорідних масових вантажів.

Мета заняття – придбати практичні навички складання кільцевих маршрутів перевезень вантажів.

Завдання. Скласти раціональні маршрути перевезень різноманітних однорідних вантажів засобом “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. 8.1 за варіантами.

Таблиця 8.1 – 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	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-j	190-10i
A ₆	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								120-10i

Вказівки до виконання

Для свого варіанта за даними табл.8.1 розрахувати вихідні дані (де i – остання цифра залікової книжки, а j – предостання цифра).

Рішення задачі здійснюють в наступній послідовності.

На першому етапі вирішується транспортна задача лінійного програмування і знаходиться оптимальний план повернення порожніх автомобілей будь-яким способом (за узгодженням з викладачем). На другому етапі, маючи плани перевезень і оптимальний план повернення порожніх автомобілей, формують маршрути.

Засіб “таблиць зв’язків”.

Плани перевезень записати до таблиці зв’язків ТЗ-1, а оптимальний план повернення порожніх автомобілей – до ТЗ-2. Використовуючі дані ТЗ-1 та ТЗ-2, скласти спочатку маятникові, а потім кільцеві маршрути, які повинні задовольняти наступним вимогам: коефіцієнт використання пробігу $\beta > 0,53$, а час обертв 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 - обсяг перевезень вантажу, друге – обсяг повернення порожняка в зворотньому напрямку). Менше значення визначає потужність вантажопотоку по отриманому маятниковому маршруті. Після визначення усіх маятникових маршрутів для складання кільцевих будують замкнуті контури, в кутах якого розшташовують почергово клітини з обсяга перевезень та поверненням порожняка.

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

Контрольні питання

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).

ЗАВДАННЯ 9. Розробка розвізних маршрутів

Мета заняття – придбати практичні навички проектування раціональних розвізних маршрутів

Завдання. Виконати розрахунок найкоротшої мережі зв'язку, набрати пункти до маршрутів та визначити порядок об'їзду пунктів заводу методом "сум".

Задача. З пункту *A* здійснюють доставку вантажу до пунктів 1,2...10. Відстані між усіма пунктами наведені в табл.9.1. Розміри партій вантажів, що завозяться, та модель автомобіля, що використовується при перевезеннях, надані за варіантами в табл. 9.2. Необхідно скласти розвізні маршрути, використовуючи найкоротшу мережу зв'язку, та встановити порядок об'їзду пунктів заводу на маршрутах методом "сум".

Таблиця 9.1 – Матриця найкоротших відстаней

Пункти	Відстані між пунктами, км										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A
1		2+i	5+j	4+i	16-j	19-i	3,3+i	3,5+j	11-i	12-j	1,5+j
2	2+i		3+j	18-j	12-i	2,6+i	3,5+j	2,8+i	3+j	14-i	10-j
3	5+j	3+j		1+i	3,5+j	15,5-j	15,7-i	13,8-j	12,2-i	15-j	22,5-i
4	4+i	18-j	1+i		2,6+i	4,8+j	4+i	2,8+j	1,6+i	2+j	3,5+i
5	16-j	12-i	3,5+j	2,6+i		11,5-j	12-i	11,8-i	2,3+j	14,2-i	12-j
6	19-i	2,6+i	15,5-j	4,8+j	11,5-j		13,7-j	2,5+j	4+i	16-j	2,2+j
7	3,3+i	3,5+j	15,7-i	4+i	12-i	13,7-j		11,2-j	13,2-j	1,5+i	13,5-i
8	3,5+j	2,8+i	13,8-j	2,8+j	11,8-i	2,5+j	11,2-j		1,5+j	13,5-i	14,6-j
9	11-i	3+j	12,2-i	1,6+i	2,3+j	4+i	13,2-j	1,5+j		2+j	15,5-i
10	12-j	14-i	15-j	2+i	14,2-i	16-j	1,5+i	13,5-i	2+j		14-j
A	1,5+j	10-j	22,5-i	3,5+i	12-j	2,2+j	13,5-i	14,6-j	15,5-i	14-j	

Таблиця 9.2 – Модель автомобіля і обсяг партії заводу до пунктів

Варіант	Модель автомобіля	Вантажопід'ємність	Об'єм партії заводу до пунктів, т									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	ГАЗ-53А	4,0	0,5	1,5	0,4	1,3	1,5	1,0	1,2	0,1	0,2	0,2 5
1	УАЗ-452М	1,0	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,5	0,1	0,1	0,2	0,3 5
2	ГЗСА-891	2,0	0,6	0,3	0,8	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7	0,2	0,2 5 5
3	ГАЗ-53А	4,0	0,8	1,0	1,0	0,2	0,9	0,7	0,4	0,8	0,8	1,2
4	ГЗСА-891	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1 5	0,2 5	0,3	0,4	0,1	1,1 5
5	УАЗ-451М	1,0	0,0 5	0,2	0,1	0,2	0,1 5	0,3 5	0,15	0,2	0,2	0,3 5 5
6	ГЗСА-891	2,0	0,6	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3 5
7	ГАЗ-53А	4,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,9	0,2 5	0,65	0,8	0,9	0,2 5 5
8	УАЗ-451М	1,0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1 5	0,2 5	0,35	0,4 5	0,9 5	0,3 5 5
9	ГЗСА-891	2,0	0,2 5	0,1 5	0,1	1,3	0,5	0,7	0,9	1,1	0,3	0,5

Вказівки до виконання

За своїм варіантом щодо даних табл.9.1 розрахувати і заповнити матрицю найкоротших відстаней (в табл.9.1 i - відповідає останній цифрі залікової книжки, а j – предостанній цифрі). Обсяги завозу і модель автомобіля приймаються за табл.9.2 за своїм варіантом, номер якого відповідає останній цифрі номера залікової книжки.

Використовуючи матрицю найкоротших відстаней, визначити ланки та побудувати схему найкоротшої мережі зв'язку. Враховуючи вантажопід'ємність заданої моделі автомобіля і об'єми завозу, набрати пункти до маршрутів. Методом “сум” встановити порядок об'їзду пунктів для кожного з складених розвізних маршрутів.

Контрольні питання

1. Як будувати найкоротшу мережу зв'язків?
2. Критерії розробки раціональних розвізних маршрутів?
3. Сутність метода “сум” за визначенням порядку об'їзду пунктів завозу.
4. Які показники характеризують якість розвізного маршруту?

Література (1,6).

ЗАВДАННЯ 10. Розробка годинних графіків роботи рухомого складу

Мета заняття – придбати практичні навички складання годинних графіків роботи рухомого складу.

Завдання. Визначити час оберту і кількість поїздок щодо кожного з маршрутів; заповнити матрицю прибуття автомобілей під навантаження, здійснити розподіл автомобілей за маршрутами для виконання першої, другої і так далі поїздок та скласти розклад руху автомобілей.

Задача. Мається вантажостворюючий пункт A . Вантаж з пункту A вивозиться до пунктів B_i ; добова потреба вантажу - B_i тон; відстань між відправником та кожним споживачем – l_i , вантажопід'ємність рухомого складу – q , коефіцієнт використання вантажопід'ємності - γ_c , середнетехнічна швидкість – V_t , час простою транспортного засоба під навантаженням – t_n та розвантаженням - t_p наведені в табл.10.1. Коефіцієнт використання пробігу на всіх маршрутах $\beta=0,5$. Необхідно розробити годинний графік роботи рухомого складу і навантажного пункту A , початок роботи якого – 7.00. Час роботи автомобілей в наряді $T_n = 8$ год.

Вказівки до виконання

У табл.10.1 за варіантом, який визначають за останньої цифрі номера залікової книжки, знайти вихідні дані. При цьому добова потреба в вантажі і відстані перевезень за своїм варіантом розраховують з використанням i (остання цифра номера залікової книжки) і j (предостання цифра залікової книжки).

Рішення задачі здійснюють в наступній послідовності.

Розрахувати час оберту щодо кожного маршруту та округлити його таким чином, щоб він був кратний часу навантаження. Визначити кількість поїздок, яке необхідне для обслуговування кожного споживача B_i .

Таблиця 10.1 – Вихідні дані для складання годинних графіків роботи автомобілей

Показник	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Добова потреба у вантажі B_i										
B_1	100+ 10i	80+ 15i	60+ 10j	80+ 5i	80+ 20j	90+ 10i	70+ 10i	50+ 10j	85+ 5j	10+ 10i
B_2	40+ 10j	100+ 5j	120+ 5j	40+ 10j	35+ 20j	50+ 5j	120+ 5j	120+ 5j	70+ 5i	60+ 10j
B_3	70+ 5i	90+ 10i	90+ 5i	60+ 10i	80+ 5j	30+ 10j	80+ 5i	80+ 5i	60+ 5i	40+ 5i
B_4	20+ 20j	40+ 20j	140+ 5i	90+ 5j	90+ 5i	45+ 5j	70+ 5j	70+ 5j	30+ 5j	80+ 5j
Відстані перевезень, l_i , км										
L_1	12+i	25-i	20-i	30-i	12+j	12+j	25-i	26-i	12-j	8+j
L_2	15+j	20-j	14-j	25-j	18-i	8+i	16-j	8+i	26-i	25-j
L_3	20-j	30-i	34-i	35-i	16-j	20-i	8+j	10+j	6+i	26-i
L_4	15-i	25-j	28-j	20-j	25-i	25-j	10-i	24-j	30-j	3+i
Вантажопід'ємність автомобіля, q , т	5	6	8	10	12	4	10	5	6	8
Коефіцієнт використання вантажопід'ємності, γ	1	0,8	0,9	0,7	0,6	1	0,8	1	0,8	0,9
Середнетехнічна швидкість V_t , км/год	28	26	24	23	21	30	22	29	27	25
Час простою										
У пункті навантаження, t_n , год	0,3	0,25	0,4	0,5	0,35	0,2	0,45	0,15	0,2	0,3
У пункті розвантаження, t_p , год	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,35	0,25	0,3	0,3

Заповнити матрицю прибуття автомобілів під навантаження. Момент навантаження “0” відповідає початку навантаження першого автомобіля. Час повернення по маршрутах розраховують з моменту початку навантаження першого автомобіля. Розподілити автомобілі за маршрутами для виконання першої, другої і так далі поїздок та на основі цього розподілу скласти розклад руху автомобілів.

Контрольні питання

1. Умови безперервної роботи навантажувального механізму.
2. Мета розробки годинних графіків роботи автомобілів.
3. Яким чином визначаються числа матриці прибуття автомобілів?
4. Як здійснюють розподіл автомобілів по маршрутах?
5. Яким чином складається розклад руху автомобілів?

Література (6).

ЗАВДАННЯ 11. Мережне планування і управління.

Мета заняття – придбати практичні навички розрахунку мережного графіку.

Завдання. Розрахувати мережний графік аналітичним та табличним способами.

Задача. Надан мережний графік (рис.11.1). Тривалість робіт вказана на його ланках за варіантами. Знайти часові характеристики подій і робіт.

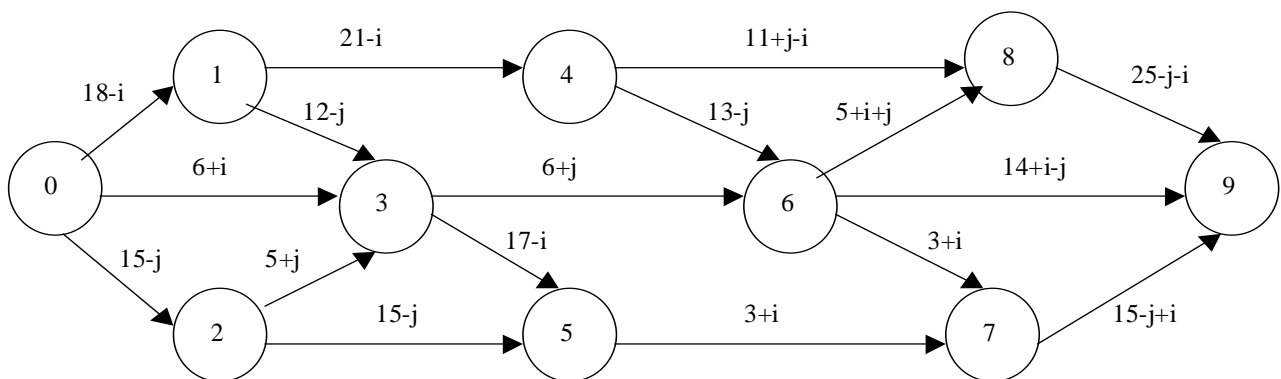


Рис.11.1 – Мережний графік

Вказівки до виконання

Розрахувати тривалість робіт за своїм варіантом згідно з рис.11.1, де i – остання цифра залікової книжки, а j – предостання.

Рішення задачі виконати в наступній послідовності.

Визначити ранні досягнуті строки настання подій; пізні припустимі строки звершення подій; резерви часу настання подій; ранні досягнуті строки початку та закінчення робіт; повний свободний (незалежний), часний по ранніх строках і часний за пізніми строками настання подій аналітично.

Аналогічні розрахунки звести до таблиці.

Встановити критичний та підкритичні шляхи в мережному графіку.

Контрольні питання

1. Що таке мережний графік і його елементи?
2. Що таке критичний і підкритичний шляхи?
3. Як визначають часові характеристики подій і робіт?
4. Як визначають резерви настання подій?
5. Які бувають резерви виконання робіт? Як їх знаходять?

Література (1,3,4).

ЛІТЕРАТУРА

1. Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками. - М.: Высшая школа, 1979 - 304 с.
2. Бобарыкин В.А. Математические методы решения автотранспортных задач: Учебное пособие. –Л.: СЗПИ, 1986 -84 с.
3. Громовой Э.П. Математические методы и модели в планировании и управлении на морском транспорте.- М.: Транспорт, 1979 - 112 с
4. Пьяных С.М, Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта. – М.: Транспорт, 1988 – 256с.
5. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. – М.:Транспорт, 1972 -105 с.
6. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.:Вища шк. Головне изд-во, 1986. – 447 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до практичних завдань і самостійної роботи з дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах» (для студентів напряму підготовки 6.070101 (1004) «Транспортні технології»).

Укладач: **Бурко** Дмитро Леонідович

Відповідальний за випуск *І. О. Махов*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2010, поз. 433 М

Підп. до друку 28.12.2010 р.

Формат 60×84 1/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 1,3

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювачі
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001