

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: «Мережеве планування та управління на транспорті».

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

Розробка розвізних маршрутів.

Мета заняття – набути практичних навичок 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* здійснюється доставка вантажу до пунктів 1, 2..., 10. Відстані між усіма пунктами наведені в табл. 7.1. Розміри партій вантажів, що завозяться, та модель автомобіля, що використовується при перевезеннях, надані за варіантами в табл. 7.2. Необхідно скласти розвізні маршрути, використовуючи найкоротшу мережу зв'язку, та встановити порядок об'їзду пунктів заводу на маршрутах методом “сум”.

Таблиця 7.1 – 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	$3.3+i$	$3.5+j$	$15.7-i$	$4+i$	$12-i$	$1.37-j$		$11.2-j$	$13.2-j$	$1.5+i$	$13.5-i$
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 7.2 – Модель автомобіля і об'єм партії заводу до пунктів

Варіант	Модель автомобіля	Вантажопідіймальність	Об'єм партії заводу до пунктів, т									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	ГАЗ-53А	4,0	0,5	1,5	0,4	1,3	1,5	1,0	1,2	0,1	0,2	0,25
1	УАЗ-452М	1,0	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,5	0,1	0,1	0,25	0,3
2	ГЗСА-891	2,0	0,6	0,3	0,8	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7	0,25	0,25
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	0,15	0,25	0,3	0,4	0,15	1,1
5	УАЗ-451М	1,0	0,05	0,2	0,1	0,2	0,15	0,35	0,15	0,2	0,25	0,35
6	ГЗСА-891	2,0	0,6	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,1	0,4	0,35
7	ГАЗ-53А	4,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,9	0,25	0,65	0,8	0,95	0,25
8	УАЗ-451М	1,0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,15	0,25	0,35	0,45	0,95	0,35
9	ГЗСА-891	2,0	0,25	0,15	0,1	1,3	0,5	0,7	0,9	1,1	0,3	0,5

Вказівки до виконання

1. За своїм варіантом за даними табл. 7.1 розрахувати і заповнити матрицю найкоротших відстаней (в табл. 7.1, i – відповідає останній цифрі залікової книжки, а j – передостанній цифрі). Об'єми заводу і модель автомобіля приймаються згідно з табл. 7.2 за своїм варіантом, номер якого відповідає останній цифрі номера залікової книжки.

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

Контрольні запитання

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

ЛІТЕРАТУРА [1, 6]

ЗАНЯТТЯ 2

Розробка годинних графіків роботи рухомого складу

Мета, заняття - набути практичних навичок складання годинних графіків роботи рухомого складу.

Завдання. Визначити час оберту і кількість їздок за кожним маршрутом; заповнити матрицю прибуття автомобілів під навантаженням, здійснити розподіл автомобілів за маршрутами для виконання першої, другої і подальших їздок та скласти розклад руху автомобілів.

Задача. Мається вантажостворюючий пункт A . Вантаж з пункту A вивозиться до пунктів B_i ; добова потреба вантажу – B_i тонн; відстань між відправником та кожним споживачем – l_i , вантажопід'ємність рухомого складу – q , коефіцієнт використання вантажопід'ємності – γ_c , середньотехнічна швидкість – V_t , час простою транспортного засобу під навантаженням – t_n та розвантаженням – t_p наведені в табл. 8.1. 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 автомобілів в наряді $T_n = 8$ год.

Вказівки до виконання

В табл. 10.1 за варіантом, який визначається по останній цифрі номера залікової книги, знайти вихідні дані. При цьому добова потреба в вантажі і відстані перевезень за своїм варіантом розраховуються з використанням i (остання цифра номера залікової книги) і j (предостання цифра залікової книги).

Рішення задачі здійснюється в наступній послідовності.

Розрахувати час оборту по кожному маршруту та округлити його таким чином, щоб він був кратний часу навантаження. Визначити кількість їздок, яке необхідне для обслуговування кожного споживача B_i .

Таблиця 8.1 – Вихідні дані для складання годинних графіків роботи автомобілів

Показник	Варіант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Добова потреба в вантажі B_1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
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	$20+20j$	$40+20j$	$140+5i$	$90+5j$	$90+5i$	$45+5j$	$70+5j$	$70+5j$	$30+5j$	$80+5j$	
Відстань 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	$15-i$	$25-j$	$28-j$	$20-j$	$25-i$	$25-j$	$10-i$	$24-j$	$30-j$	$3+i$	
Вантажо-підємність автомобіля, q , т	5	6	8	10	12	4	10	5	6	8	
Середнє технічна швидкість, V_t , км/год	0,3	0,25	0,4	0,5	0,35	0,2	0,45	0,15	0,2	0,3	
В 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 навантаженням. Момент навантаження “0” відповідає початку навантаження першого автомобіля. Час повернення за маршрутами розраховується з моменту початку навантаження першого автомобіля. Розподілити автомобілі за маршрутами для виконання першої, другої і подальших їздок та на основі цього розподілу скласти розклад руху автомобілів.

Контрольні запитання

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

ЛІТЕРАТУРА [6]

ЗАНЯТТЯ 3

Визначення найкоротших відстаней

Мета заняття - набути практичних навичок щодо 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. 9.1 за варіантами (i — остання, а j – предостання цифра номеру залікової книжки). Визначити найкоротші відстані між усіма вершинами транспортної мережі методом потенціалів.

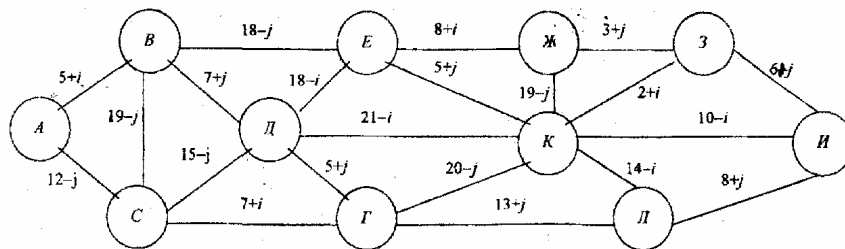


Рис.2.1. Транспортна мережа

Вказівки до виконання

Завдання виконується у такій 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, який дорівнюється нулю ($P_i = 0$). Визначають ланки, де обрана вершина (i -я) є початковою, і розраховують потенціали кінцевих вершин цих ланків за формулою:

$$P_j = P_i + l_{ij}, \quad (9.1)$$

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, яка веде в цю кінцеву вершину, а її приймають за початкову. Таким чином, розглядаються усі 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, яка і буде матрицею найкоротших відстаней.

Контрольні запитання

1. Що означає задати транспортну мережу?
2. Як скласти граф-модель транспортної мережі?
3. Методи рішення задачі оптимізації транспортної мережі.
4. Сутність метода потенціалів
5. Алгоритм метода “Метли”.

6. Оптимізація транспортної мережі методом динамічного програмування.

ЛІТЕРАТУРА [1, 3]

ЗАНЯТТЯ 4

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. 10.1). Тривалість робіт вказана на його ланках за варіантами. Знайти часові характеристики подій і робіт.

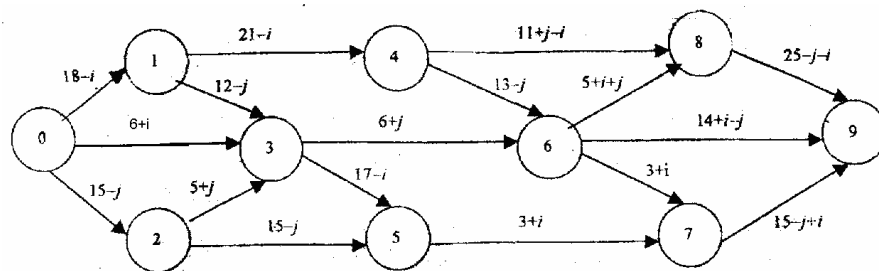


Рис. 10.1. Мережний графік

Вказівки до виконання

Розрахувати тривалість робіт за своїм варіантом, використовуючи рис. 10.1, де i – остання цифра залікової книжки, а j – предостання.

Розв'язання задачі виконати у такій послідовності.

Визначити ранні досягнуті строки настання подій; пізні припустимі строки звершення подій; резерви часу настання подій; ранні досягнуті строки початку та закінчення робіт; повний незалежний, приватний за ранніми строками і приватний за пізніми строками настання подій аналітично.

Аналогічні розрахунки звести до таблиці.

Встановити критичний та підкритичні шляхи в мережному графіку

Контрольні запитання

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

ЛІТЕРАТУРА [1, 3, 4]

ЗАНЯТТЯ 5

Рішення транспортної задачі лінійного програмування в мережній постановці

Мета заняття - придбати практичні навички рішення транспортних задач лінійного програмування в мережній постановці.

Завдання. Скласти оптимальний план перевезень вантажів.

Задача. Надана мережа автомобільних шляхів (рис. 11.1). Довжина ланків мережі надана на рис. 11.1 по варіантам (i – остання, а j – предостання цифра номеру залікової книжки). У вершинах мережі розташовані пункти відправлення вантажу $A_i (i=1...m)$, пункти призначення $B_j (j=1...n)$ і вільні (транзитні) пункти $D_k (k=1...p)$. Наявність вантажу у відправників і потреба у вантажі споживачів надані за варіантами в табл. 11.1, 11.2. Значення визначаються за останньою цифрою номеру залікової книжки.

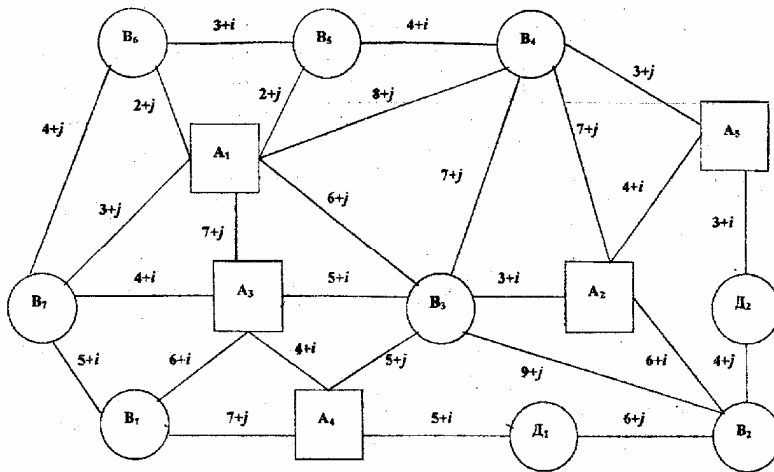


Рис.6.1. Мережа автомобільних шляхів

Таблиця 11.1 – 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 11.2 – 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 здійснюється у такій 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 запитання

1. Алгоритм розв'язання 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 розв'язанні транспортної задачі в мережній постановці.

5. Правила знаходження контуру і перерозподіл завантажених ділянок мережі по контуру.

6. Переваги і недоліки розв'язання транспортної задачі в мережній постановці в порівнянні з матричною формою.

ЛІТЕРАТУРА [2]

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.