

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

*Методичні вказівки до виконання курсових робіт
для студентів спеціальностей: 122. «Комп'ютерні науки»,
123. «Комп'ютерна інженерія», 125. «Кібербезпека»,
126. «Інформаційні системи та технології»,
015.10. «Професійна освіта. Комп'ютерні технології»*

Київ 2020 р.

УДК 519.8(075)

ББК 65я73

М79

Укладачі: О.О. Терентьев, докт. техн. наук, професор

Рецензент С.В. Цюцюра, докт., техн., наук, професор

Відповідальний за випуск В.М. Міхайленко, докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики, протокол №9 від 02 березня 2020 року.

М79

Дослідження операцій: Методичні вказівки до виконання курсових робіт /Уклад. О.О. Терентьев.– К.: КНУБА, 2020. – 24 с.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Курсова робота є підсумковим етапом вивчення студентами в галузі знань 12. «Інформаційні технології» дисципліни “Дослідження операцій”.

При виконанні курсової роботи студент повинен продемонструвати вміння самостійно працювати і застосовувати на практиці теоретичні знання, отримані під час вивчення дисциплін.

Метою курсової роботи є :

- систематизація та вдосконалення теоретичних знань у галузі методів дослідження операцій;

- закріплення та поглиблення практичної підготовки студентів в напрямі використання сучасних методів дослідження операцій;

- розвиток навичок проведення оптимізаційних досліджень, починаючи з уміння сформулювати умови задачі і скласти її математичну модель до вміння проаналізувати отриманий розв’язок та обґрунтувати його правильність;

- розвиток навичок інженерного розв’язування задач із використанням сучасних комп’ютерних технологій та науково-технічної літератури.

Тематика курсових робіт обумовлена основними розділами дисципліни “Дослідження операцій”: лінійне, дискретне, потокове, динамічне та нелінійне програмування, і включає аналіз та розв’язування задач, що належать до типових проблем методів дослідження операцій.

В завдання на курсову роботу включено змістовно сформульовану задачу з конкретними вихідними даними та перелік рекомендованої науково-технічної літератури по темі курсової роботи. Студентам надається можливість запропонувати свою тему курсової роботи, яка пов’язана з їх науково-дослідницькою роботою або практичною діяльністю.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота складається з таких розділів :

- вступ;
- математична модель задачі;
- обґрунтування вибору методу та алгоритму розв'язання задачі;
- розв'язання задачі на контрольному прикладі; аналіз результатів

розв'язання задачі;

- представлення результатів роботи програми; список використаної літератури;

- додатки (лістинги програм, звіти по результатах роботи програми).

Окремий розділ курсової роботи може бути присвячений науководослідницькій роботі, у число можливих напрямів якої входять:

- експериментальне дослідження нових методів оптимізації у проектуванні і управлінні;

- розробка математичних моделей передових технологій проектування і управління.

Обсяг звіту з курсової роботи, незалежно від теми, повинен бути не менше 15-ти сторінок.

Розділи курсової роботи мають такий зміст.

Вступ.

У вступі наводиться опис та аналіз предметної області, формулюється задача та визначаються її особливості у порівнянні з наявними в літературних джерелах аналогами. Ідентифікуються основні елементи задачі, керовані змінні та обмеження, що їм підпорядковані, змінні за умовою задачі. Формулюється та обґрунтовується цільова постановка задачі.

Математична модель задачі.

Проводиться формалізований опис вхідної і вихідної інформації, визначається критерій ефективності та обмеження задачі. Визначаються щонайменше дві математичні моделі, які описують задачу.

Обґрунтування вибору методу та алгоритму розв'язання задачі.

На основі математичних моделей задачі визначаються можливі методи її розв'язування. Проводиться порівняльний аналіз цих методів, в результаті чого вибирається та обґрунтовується найбільш ефективний метод розв'язування задачі.

На підставі обраного методу розв'язування задачі вибирається або розробляється алгоритм (у разі потреби). Обґрунтовується збіжність алгоритму та наводяться вимоги до процедури розв'язання задачі. Наводиться схема алгоритму, відповідно з якою розробляється програма розв'язання задачі.

Розв'язання задачі на контрольному прикладі.

Для розв'язання задачі використовуються комп'ютерні математичні пакети: Mathcad, Matlab, Mathematica, Derive, Excel і та ін. Можлива розробка власної програми для розв'язування задачі.

Курсова робота передбачає використання щонайменше двох стандартних пакетів для розв'язання задачі, а також порівняння результатів розв'язань за допомогою різних програм або різних методів.

Для розв'язування задачі виконуються такі дії:

- створення форми для інтерактивного введення умов задачі;
- введення вихідних даних математичної моделі;
- розв'язання задачі з можливістю перегляду проміжних результатів кожної ітерації розв'язання задачі;
- графічне зображення результатів розв'язання;
- інтерпретація результатів розв'язання.

Наводяться результати ітерацій аналітичного розв'язання задачі.

Аналіз результатів розв'язання задачі.

Аналіз результатів розв'язання задачі включає в себе аналіз на чутливість та варіантний аналіз. Оптимізаційні розрахунки можуть включати коригування моделі задачі і алгоритму.

В рамках аналізу на чутливість виявляється вплив на оптимальний розв'язок задачі певних змін початкової моделі. Проводиться системний аналіз взаємозв'язків між усіма факторами, що враховуються при розв'язуванні задачі.

Знаходяться:

- інтервали, в яких можна змінювати вхідні параметри та коефіцієнти цільової функції за умови збереження оптимального розв'язку задачі;
- зміна якого з параметрів і в яких межах найбільш економічно вигідна для поліпшення знайденого оптимального розв'язку задачі;
- на скільки економічно вигідна зміна того чи іншого коефіцієнта цільової функції;
- тіньова вартість ресурсів.

Варіантний аналіз включає в себе:

- параметричний аналіз, у ході якого розв'язуються задачі при різних значеннях одного з параметрів;
- пошук розв'язку за декількома цільовими функціями.

Зображення результатів роботи програми.

- Формуються звіти наступних типів:
- по результатах;
- по дослідженнях на чутливість; по результатах параметричного аналізу;
- побудова графічних діаграм по результатах розв'язання.

Список літератури.

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ КУРСОВИХ РОБІТ

1. Для виробництва дверей та віконних рам підприємство використовує деревину двох типів. Норми витрат ресурсів на один виріб даного типу, прибуток від реалізації одного виробу та загальна кількість ресурсів кожного типу, що є в наявності, наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб, м ³		Загальна кількість ресурсів, м ³
	двері	рама	
1-й тип деревини	0,2	0,1	40
2-й тип деревини	0,1	0,3	60
Трудомісткість (чол./год)	1,2	1,5	372
Прибуток від реалізації одного виробу, грн	60	70	

Знайти, яку кількість дверей та віконних рам необхідно виробляти підприємству для того, щоб прибуток від їх реалізації був максимальним.

2. Зі стандартних листів фанери необхідно вирізати заготовки трьох типів у кількості, що відповідно дорівнює 24, 31 і 18 штук. Кожен лист фанери може бути розрізаний на заготовки двома способами. Кількість заготовок і величина відходів матеріалу, які можна отримати при даному способі розкрою, наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Тип заготовки	Кількість заготовок, шт.	
	I спосіб розкрою	II спосіб розкрою
<i>A</i>	2	6
<i>B</i>	5	4
<i>C</i>	2	3
Величина відходів, см ²	12	16

Знайти, скільки листів фанери і яким способом необхідно розкроїти з тим, щоб отримати не менше необхідної кількості заготовок при мінімальних відходах.

3. Знайти оптимальне розміщення школи між населеними пунктами. Схема розташування населених пунктів зображена на рис. 3.1.

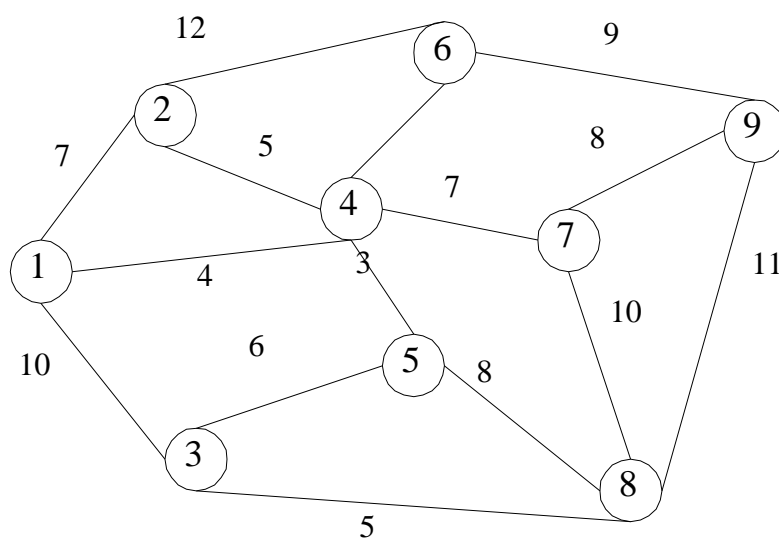


Рис. 3.1 Схема розташування населених пунктів

4. Компанія керує трьома *Intertet*-серверами, кожен з яких може виконувати до трьох типів запитів: звернення до *WEB*-сторінок, запити до бази даних, запити до системи електронної комерції. Враховуючи складність обробки різних типів запитів компанія вважає, що один запит до бази даних еквівалентний N_1 запитам до *WEB*-сервера, а один запит до системи електронної комерції еквівалентний N_2 запитам до *WEB*-сервера. В табл. 3.3 наведена інформація по пропускній спроможності серверів і по кількості запитів до цих серверів на добу.

Таблиця 3.3

Характеристики	Сервер		
	1	2	3
Звернення до <i>WEB</i> -сторінок	1	1	1
Звернення до бази даних N_1	2,5	5	-
Звернення до системи електронної комерції N_2	-	2	4
Пропускна спроможність сервера, тис. звернень до <i>WEB</i> -сторінок / день	220	320	190

Компанія очікує, що максимальний добовий попит на запити різних типів буде згідно з наведеним у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Тип запиту	Запит, тис.запитів / день
Звернення до <i>WEB</i> -сторінок	240
Запити до бази даних	80
Запити до системи електронної комерції	70

Визначити розподіл запитів по серверах, який дозволить максимізувати кількість оброблених запитів.

5. Знайти найкоротшу відстань і маршрут від заводу збірного залізобетону, що знаходиться в пункті 0 до будівельних майданчиків 1–8 при заданій схемі автомобільних шляхів (рис. 3.2). Знайти також найкоротший шлях холостого пробігу машин за умови, що частина доріг має односторонній напрямок руху (вказано стрілками на схемі).

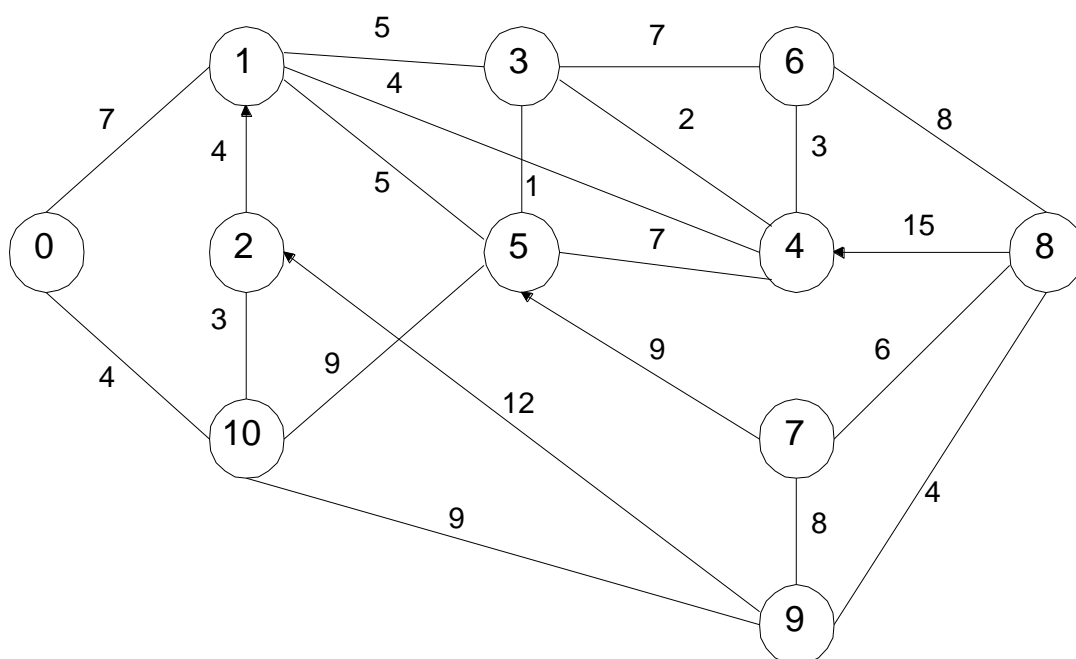


Рис. 3.2 Схема розташування будівельних майданчиків

6. Скласти план забудови житлового масиву цегляними та блочними будівлями. Визначити максимальну кількість будинків кожного типу в плані будівництва, якщо відомі витрати ресурсів на одну будівлю кожного типу та загальний об'єм ресурсів, що є в наявності (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Ресурси	Витрати ресурсів на одну будівлю		Кількість наявних ресурсів
	цегляна	блочна	
Арматура, т	60	110	90000
Пиломатеріали, м ³	80	20	52000
Цемент, т	400	900	700000
Керамічна плитка, тис. шт.	72	-	40000
Трудовитрати, тис. чол.-год	22,5	26	20000

7. На рис. 3.3 зображена схема водостічної системи населеного пункту. Числа, приписані дугам, означають максимальну пропускну спроможність (в см³) кожної труби.

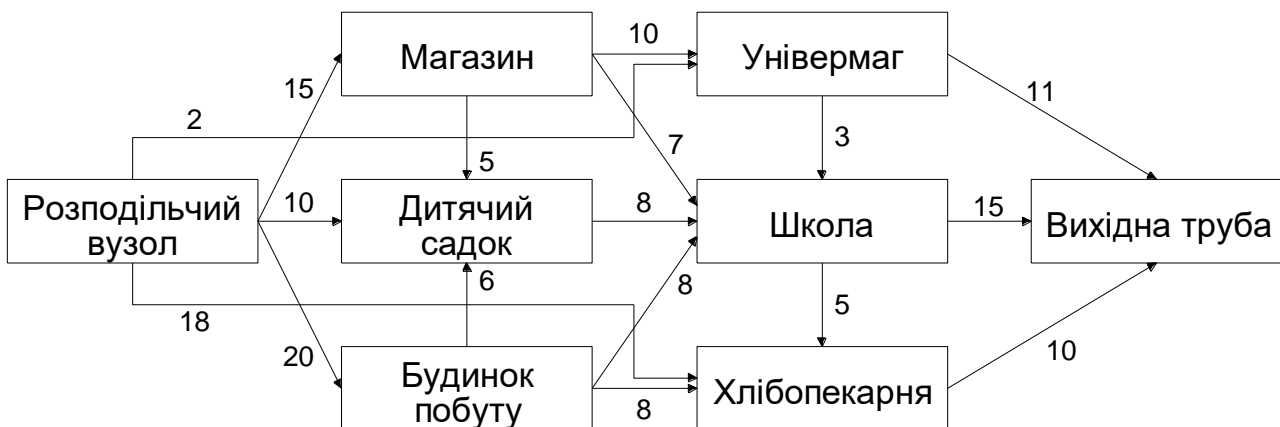


Рис. 3.3 Схема водостічної системи населеного пункту

Знайти максимальну пропускну спроможність труби центральної магістралі.

8. Знайти найбільш економічно вигідні шляхи транспортування вантажів між вісьмома пунктами, що зображені на рис. 3.4.

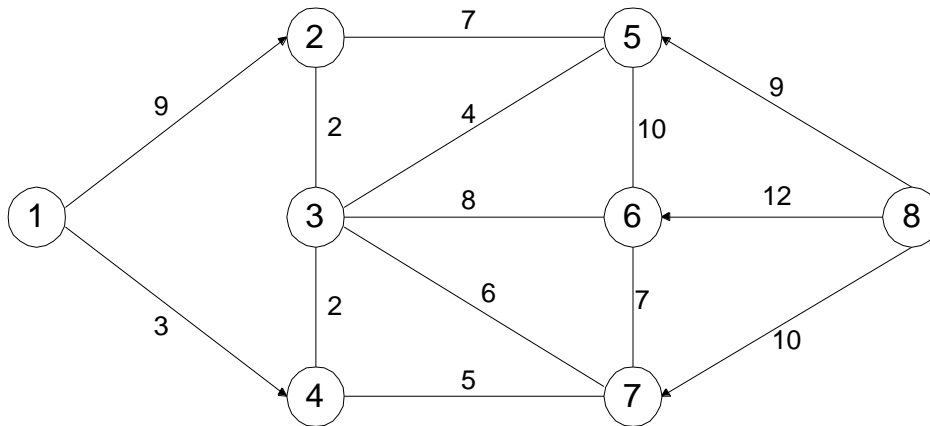


Рис. 3.4 Схема транспортування вантажів

З пунктів 1 і 8 вантаж може тільки відправлятися, а пункти 2–7 можуть також і отримувати вантаж. Числа, приписані дугам, дорівнюють відстаням між відповідними пунктами.

9. Для виготовлення двох виробів А і В підприємство використовує три типи технологічного обладнання. Кожен із виробів повинен пройти обробку на кожному із типів обладнання. Час обробки кожного із виробів на обладнанні даного типу наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Тип обладнання	Витрати на обробку одного виробу, год	
	A	B
1	5	6
2	3	2
3	9	9

Витрати на виготовлення одного виробу, грн	5	4
--	---	---

Час використання обладнання має обмеження, які наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Тип обладнання	Обмеження на використання обладнання, год
1	≥ 16
2	≤ 36
3	≤ 42

Визначити, скільки виробів кожного виду потрібно виготовити підприємству, щоб собівартість одного виробу була мінімальною.

10. Три цехи повинні виготовляти V , т, будівельного матеріалу на добу. Фонд робочого часу дорівнює T год, а витрати праці не повинні перевищувати L , людино-днів (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Характеристики	
Об'єм будівельного матеріалу V , т	500
Фонд робочого часу T , год	3200
Витрати праці L , люд.-дн.	8000

Питомі витрати по кожному цеху на виробництво 1 т матеріалу, вихід валової продукції на 1 т і мінімальне виробництво продукції наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Ресурси	Цех		
	1	2	3
Час, год	3	2	4
Витрати праці, люд.-дн.	11	15	20
Вихід валової продукції, грн/т	400	300	200
Мінімальне виробництво за добу, т	-	200	150

Знайти план виробництва будівельного матеріалу кожним цехом із максимальним виходом валової продукції з точки зору загальної вартості.

11. На рис. 3.5 зображена мережа нафтопроводів. Вузли 1–3 і 6–8 є приймальними вузлами, вузли 4, 5 і 9 відповідають насосним станціям.

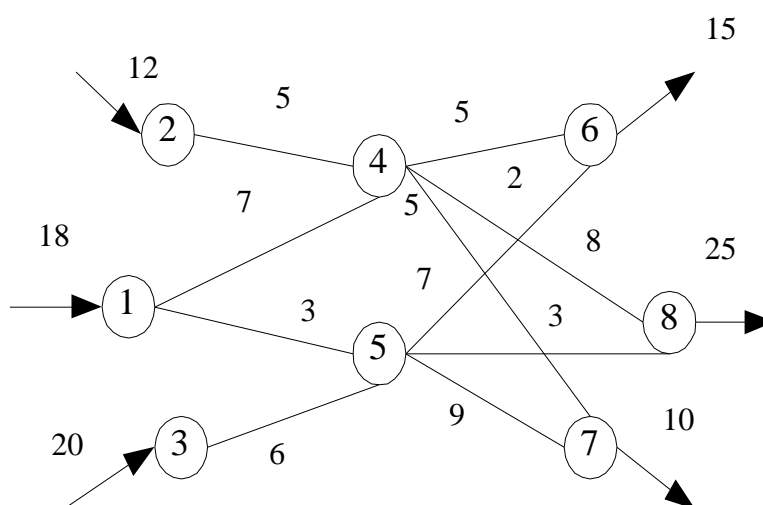


Рис. 3.5 Схема нафтопроводів

Числа відповідають відстані між станціями. Вартість транспортування пропорційна довжині між станціями. Визначити оптимальний розв'язок для перекачування нафти між станціями.

12. Для виробництва дверей та віконних рам підприємство використовує деревину двох типів. Норми витрат ресурсів на один виріб даного типу, прибуток від реалізації одного виробу та загальна кількість ресурсів кожного типу, що є в наявності, наведені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб, м ³		Загальна кількість ресурсів, м ³
	двері	рама	
1-й тип деревини	0,1	0,3	50
2-й тип деревини	0,2	0,2	70
Трудоємність (чол./год)	1,4	1,3	350
Прибуток від реалізації одного виробу, грн	80	65	

Знайти, яку кількість дверей та віконних рам необхідно виробляти підприємству для того, щоб прибуток від їх реалізації був максимальним.

13. Зі стандартних листів фанери необхідно вирізати заготовки трьох типів у кількості, що відповідно дорівнює 24, 31 і 18 штук. Кожен лист фанери може бути розрізаний на заготовки двома способами. Кількість заготовок і

величина відходів матеріалу, які можна отримати при даному способі розкрою, наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Тип заготовки	Кількість заготовок, шт.	
	I спосіб розкрою	II спосіб розкрою
<i>A</i>	3	4
<i>B</i>	4	5
<i>C</i>	5	1
Величина відходів, см ²	15	12

Знайти, скільки листів фанери і яким способом необхідно розкроїти з тим, щоб отримати не менше необхідної кількості заготовок при мінімальних відходах.

14. Знайти оптимальне розміщення школи між населеними пунктами. Схема розташування населених пунктів зображена на рис. 3.6.

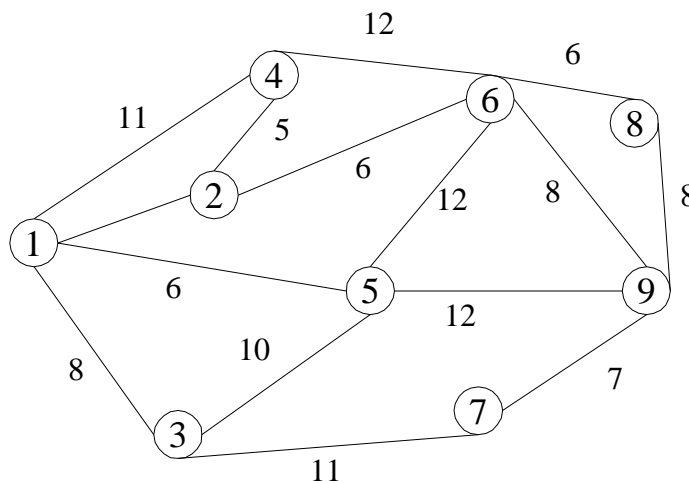


Рис. 3.6 Схема розташування населених пунктів

15. Компанія керує трьома *Intertet*-серверами, кожен з яких може виконувати до трьох типів запитів: звернення до *WEB*-сторінок, запити до бази даних, запити до системи електронної комерції. Враховуючи складність обробки різних типів запитів компанія вважає, що один запит до бази даних еквівалентний N_1 запитам до *WEB*-сервера, а один запит до системи електронної комерції еквівалентний N_2 запитам до *WEB*-сервера. В табл. 3.12 наведена інформація по пропускній спроможності серверів і по кількості запитів до цих серверів на добу.

Таблиця 3.12

Характеристики	Сервер		
	1	2	3
Звернення до <i>WEB</i> -сторінок	1	1	1
Звернення до бази даних N_1	-	3	5,5
Звернення до системи електронної комерції N_2	3,5	-	6
Пропускна спроможність сервера, тис. звернень до <i>WEB</i> -сторінок / день	240	370	420

Компанія очікує, що максимальний добовий попит на запити різних типів буде згідно з наведеним у табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Тип запиту	Запит, тис.запитів / день
Звернення до <i>WEB</i> -сторінок	250
Запити до бази даних	50
Запити до системи електронної комерції	60

Визначити розподіл запитів по серверах, який дозволить максимізувати кількість оброблених запитів.

16. Знайти найкоротшу відстань і маршрут від заводу збірного залізобетону, що знаходиться в пункті 0 до будівельних майданчиків 1–8 при заданій схемі автомобільних шляхів (рис. 3.7). Знайти також найкоротший шлях холостого пробігу машин за умови, що частина доріг має односторонній напрямок руху (вказано стрілками на схемі).

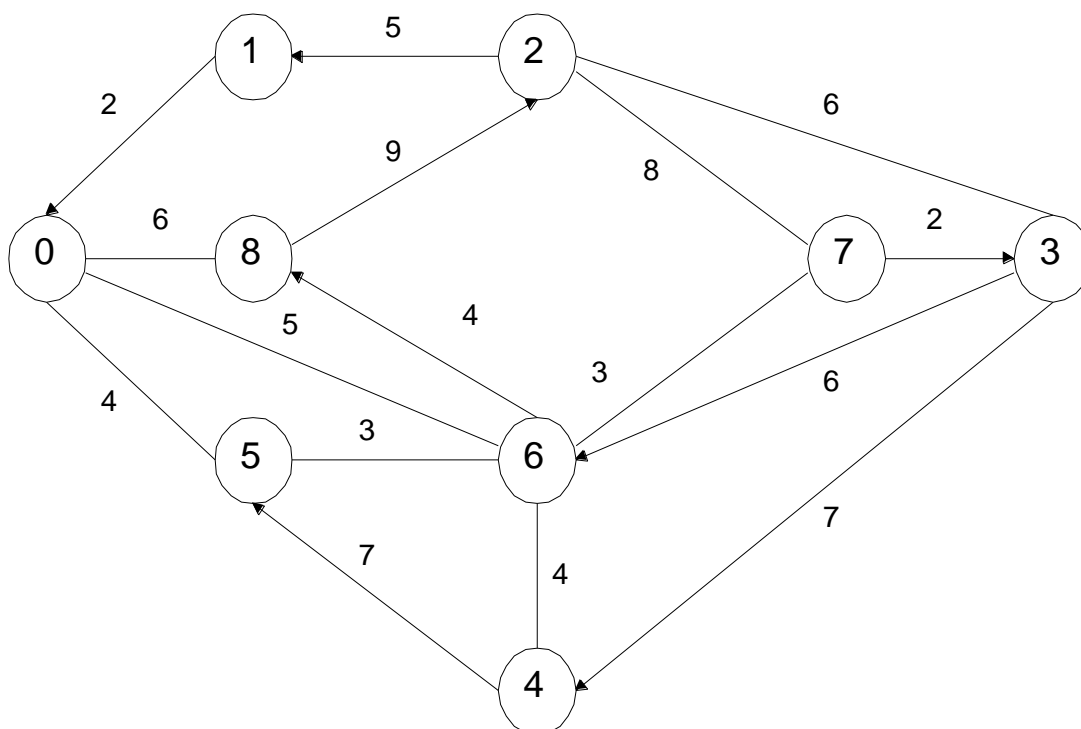


Рис. 3.7 Схема розташування будівельних майданчиків

17. Скласти план забудови житлового масиву цегляними та блочними будівлями. Визначити максимальну кількість будинків кожного типу в плані будівництва, якщо відомі витрати ресурсів на одну будівлю кожного типу та загальний об'єм ресурсів, що є в наявності (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Ресурси	Витрати ресурсів на одну будівлю		Кількість наявних ресурсів
	цегляна	блочна	
Арматура, т	65	100	100000
Пиломатеріали, м ³	85	25	60000
Цемент, т	450	1000	700000
Керамічна плитка, тис. шт.	80	-	42000
Трудовитрати, тис. чол.-год	30	18	25000

18. На рис. 3.8 зображена схема водостічної системи населеного пункту. Числа, приписані дугам, означають максимальну пропускну спроможність (в см³) кожної труби.

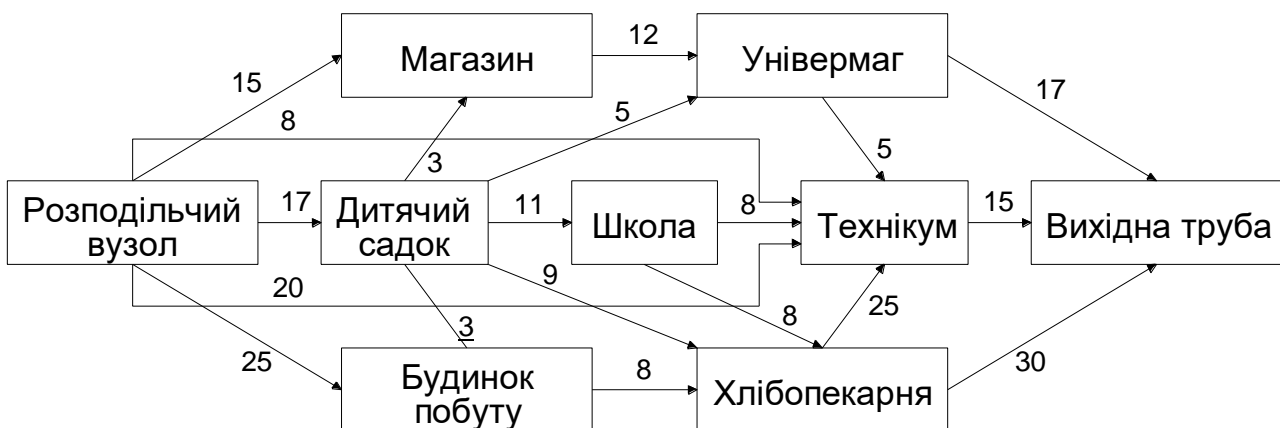


Рис. 3.8 Схема водостічної системи населеного пункту

Знайти максимальну пропускну спроможність труби центральної магістралі.

19. Знайти найбільш економічно вигідні шляхи транспортування вантажів між вісьмома пунктами, що зображені на рис. 3.9.

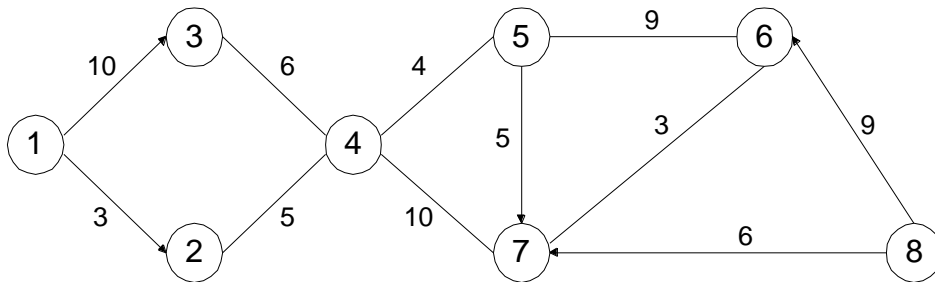


Рис. 3.9 Схема транспортування вантажів

З пунктів 1 і 8 вантаж може тільки відправлятися, а пункти 2–7 можуть також і отримувати вантаж. Числа, приписані дугам, дорівнюють відстаням між відповідними пунктами.

20. Для виготовлення двох виробів А і В підприємство використовує три типи технологічного обладнання. Кожен із виробів повинен пройти обробку на кожному із типів обладнання. Час обробки кожного із виробів на обладнанні даного типу наведено в табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Тип обладнання	Витрати на обробку одного виробу, год	
	А	В
1	7	4
2	8	12
3	4	11
Витрати на виготовлення одного виробу, грн	2	6

Час використання обладнання має обмеження, які наведені в табл. 3.16.

Таблиця 3.16

Тип обладнання	Обмеження на використання обладнання, год
1	≥ 26
2	≤ 18
3	≤ 38

Визначити, скільки виробів кожного виду потрібно виготовити підприємству, щоб собівартість одного виробу була мінімальною.

21. Три цехи повинні виготовляти V , т, будівельного матеріалу на добу. Фонд робочого часу дорівнює T год, а витрати праці не повинні перевищувати L , людино-днів (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Характеристики	
Об'єм будівельного матеріалу V , т	750
Фонд робочого часу T , год	4000
Витрати праці L , люд.-дн.	12000

Питомі витрати по кожному цеху на виробництво 1 т матеріалу, вихід валової продукції на 1 т і мінімальне виробництво продукції наведені в табл. 3.18.

Таблиця 3.18

Ресурси	Цех		
	1	2	3
Час, год	4	4	3
Витрати праці, люд.-дн.	18	22	30
Вихід валової продукції, грн/т	450	500	300
Мінімальне виробництво за добу, т	300	400	-

Знайти план виробництва будівельного матеріалу кожним цехом із максимальним виходом валової продукції з точки зору загальної вартості.

22. На рис. 3.10 зображена мережа нафтопроводів. Вузли 1–3 і 6–8 є приймальними вузлами, вузли 4, 5 і 9 відповідають насосним станціям.

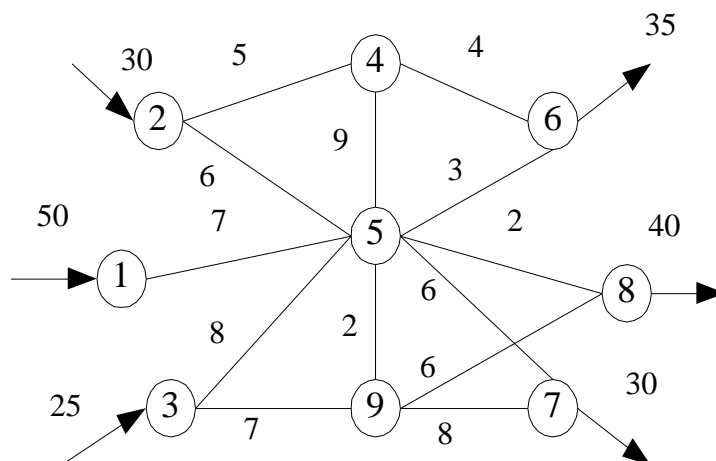


Рис. 3.10 Схема нафтопроводів

Числа відповідають відстані між станціями. Вартість транспортування пропорційна довжині між станціями. Визначити оптимальний розв'язок для перекачування нафти між станціями.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Методичне забезпечення дисципліни

1. Н.В. Попрозман, Н.А.Клименко. Математичне програмування. Методичні вказівки до виконання практичних робіт –НАУ, 2004. –35 с.
2. Забуранна Л.В., Попрозман Н.В.,Клименко Н.А.,Попрозман О.І. Моделювання та управління інноваційними процесами Підручник- Київ: ДП «Компринт», 2014 – 379 с. –23,7у.д.а Попрозман Н.В.Клименко Н.А.,Забуранна Л.В.,Попрозман О.І. Оптимізаційні методи та моделі Підручник, К:ТОВ «Аграр Медіа Груп»-2014, 408 с.
3. Основи математичних методів дослідження операцій/ Лавров Є.А., Клименко Н.А., Перхун Л.П., Попрозман Н.А., Сергієнко В.А./ За ред Н.А. Клименко.-К.: ЦК "Компринт, 2015-452с.

Рекомендована література

Базова

1. Гатаулин А.М., Харитоновна Л.А., Гаврилов Г.В. Экономико-математические методы в планировании сельскохозяйственного производства. – М.: Колос, 1996. – 395 с.
2. Барвінський А.Ф, Олексін І.Я, Крупка З.І. та ін. Математичне програмування. – Львів: —Інтелект – Захід, 2004. – 446 с.
3. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування. – К.: КНЕУ, 2001. – 248 с.
4. Гуревич Т.Ф.и др. Сборник задач по математическому программированию. М.: Колос, 1977. - 160с.
5. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения /Пер. с англ. Г.Н. Андрианова и др. Общ. Ред. И предисл. Н.Н. Воробьева. – М.: Прогресс, 1966. –600 с.
6. Зуховицкий С.И. и др. Линейное и выпуклое программирование. М.: Наука, 1967. – 460 с.

Допоміжна

1. Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. М.: Высшая школа, 1975. – 270 с.
2. Калихман И.Л. Линейная алгебра и программирование. М.: Высшая школа, 1967. - 424 с.
3. Степанюк В.В. Методи математичного програмування. - К.: Вища школа, 1984, - 272 с.
4. Хэдли Дж. Нелинейное и динамическое программирование /Перевод с англ. Ю.И. Волкова и др. Под редакцией Г.П. Акимова. – М.: Мир, 1967. – 506 с.
5. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. – М.: Наука, 1969. – 424 с.

Інформаційні ресурси

<http://library.knuba.edu.ua>

Навчально-методичне видання

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

*Методичні вказівки до виконання курсових робіт
для студентів спеціальностей: 122. «Комп'ютерні науки»,
123. «Комп'ютерна інженерія», 125. «Кібербезпека»,
126. «Інформаційні системи та технології»,
015.10. «Професійна освіта. Комп'ютерні технології»*

Укладачі: **Терентьєв** Олександр Олександрович