

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**Індивідуальні завдання
для розрахунково-графічної роботи
з дисципліни
“Дослідження операцій”**

**для студентів економічних спеціальностей
(всіх форм навчання)**

2012

Індивідуальні завдання для розрахунково-графічної роботи з дисципліни “Дослідження операцій” для студентів економічних спеціальностей (усіх форм навчання) / Укл. Коротунова О.В., Щолокова М.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – 74 с.

Укладач: Коротунова О.В., доцент, к.т.н.

Експерт: Гудзь П. В., професор, д.е.н.

Рецензент: Мастиновський Ю.В, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск: Коротунова О. В., доцент, к.т.н.

Затверджено на засіданні
кафедри прикладної математики

Протокол № 2 від 19.09.2012 р.

ЗМІСТ

1. Завдання № 1	4
2. Завдання № 2	15
3. Завдання № 3	26
4. Завдання № 4	31
5. Завдання № 5	33
6. Завдання № 6	
6.1 Задача про розподіл інвестицій	34
6.2 Задача планування виробництва	43
6.3 Задача про заміну обладнання	44
7. Завдання № 7	45
8. Завдання № 8	57
9. Завдання № 9	59
10. Завдання № 10	67
11. Завдання № 11	69
Література	74

1 ЗАВДАННЯ № 1

Побудувати сітьовий графік. Знайти тривалість виконання комплексу робіт, часові характеристики подій і робіт. Визначити критичні шляхи і їхню тривалість. Провести максимально можливе зменшення термінів виконання проекту при мінімально можливих додаткових витратах.

Зразок розв'язання задачі наведено в [9, с. 299-313].

№ 1.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	8	8	3	10
B	F	6	3	2	5
C	A	6	4	1	5
D	B, C	8	5	7	7
E	–	3	5	2	7
F	–	4	10	1	12
G	H, J	7	12	3	17
H	B, C	7	4	2	10
I	F	12	7	8	11
J	E	9	6	6	9
K	I	5	3	3	6

№ 2.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	E	3	7	1	8
B	A	4	5	2	8
C	E	1	8	1	8
D	–	4	8	1	12
E	D	5	9	3	11
F	C	7	10	2	13
G	E	6	10	2	12
H	G	5	8	2	9
I	B, H, F	8	10	4	22

№ 3.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	C	5	13	1	14
B	G, J	5	11	2	13
C	–	4	15	2	17
D	H	7	14	4	15
E	–	12	18	6	25
F	–	3	8	2	10
G	E, D, I	6	16	1	29
H	F	2	9	1	10
I	A	8	14	3	18
J	H	3	5	1	7

№ 4.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	D	12	5	8	7
B	E	8	15	3	17
C	–	15	20	10	23
D	–	9	12	5	13
E	J	14	9	8	12
F	C, H	9	10	2	11
G	I	15	8	10	9
H	I	10	12	7	13
I	A	11	13	5	18
J	–	13	10	9	14

№ 5.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	C	12	7	3	8
B	G	6	9	1	14
C	D	10	12	2	15
D	–	7	10	3	23
E	D	9	15	2	22
F	D	8	13	1	14

G	F	10	11	3	13
H	B, E, I	10	17	3	34
I	A	6	10	1	14
J	C	5	10	2	12

№ 6.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	B	9	8	6	10
B	–	3	5	1	6
C	–	12	15	8	19
D	E	6	9	3	13
E	F	8	10	6	11
F	–	4	5	2	8
G	A	7	10	3	12
H	D	10	12	5	13
I	C, G, J	7	6	3	9
J	E	12	7	7	13

№ 7.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	G	7	9	2	14
B	D	6	16	1	18
C	A	8	4	3	8
D	G	9	11	4	12
E	C	10	14	4	18
F	I	11	9	6	11
G	–	5	13	1	19
H	B, F	9	8	2	9
I	G	12	15	5	17
J	A	6	12	2	15

№ 8.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	C	9	14	3	17

B	D	10	9	6	12
C	–	6	8	1	9
D	–	5	7	3	8
E	–	16	10	12	12
F	A	12	8	3	11
G	F	14	7	2	18
H	E, I, G	15	9	5	35
I	B	11	10	2	28
J	B	3	4	2	9

№ 9.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	9	20	4	23
B	I	15	30	7	34
C	D	12	42	6	50
D	–	5	13	1	16
E	J	10	36	3	37
F	A	6	18	1	19
G	F	5	28	1	39
H	B, C, E, G	11	27	3	39
I	–	7	17	2	18
J	F	8	22	3	24

№ 10.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	3	9	2	10
B	F	5	16	1	23
C	B, I, J	6	7	4	9
D	C, E	9	20	6	22
E	H	7	10	2	11
F	–	2	10	1	12
G	–	6	18	3	19
H	F	9	21	3	24
I	G	4	12	1	14
J	A	6	14	2	16

K	B, I, J	7	9	1	13
---	---------	---	---	---	----

№ 11.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	H	2	17	1	19
B	I	4	14	1	18
C	–	8	12	3	15
D	A, E, F	9	15	3	20
E	B	6	10	4	12
F	G	12	21	1	29
G	–	10	24	1	35
H	C	6	9	2	13
I	–	7	6	2	7
J	I	4	8	2	9

№ 12.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	B	7	12	2	18
B	–	9	6	1	7
C	–	5	8	4	10
D	C	7	11	1	12
E	D	6	10	1	13
F	E, G, I	12	10	2	15
G	–	10	6	3	7
H	F, J	11	5	4	19
I	A	4	2	1	5
J	B	6	9	4	15

№ 13.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	I	10	21	4	22
B	I	5	23	2	30
C	–	4	32	1	35
D	C	9	9	2	12

E	G	9	11	2	25
F	–	7	12	3	24
G	A, D, H	8	32	3	34
H	F	3	17	1	18
I	–	6	15	1	17
J	B, E	11	7	4	13

№ 14.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	4	6	1	10
B	H	12	20	4	23
C	H	2	4	1	5
D	C, J	5	7	2	9
E	A	9	13	3	20
F	E	6	15	1	19
G	F	11	25	3	30
H	–	6	9	2	14
I	D	10	21	4	23
J	A	7	14	2	18

№ 15.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	4	6	2	14
B	–	12	20	10	40
C	–	11	23	8	44
D	A, B	7	29	4	56
E	B, C	5	14	3	26
F	C	2	5	1	11
G	D, E	13	20	9	40
H	G, F	10	26	7	57

№ 16.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	7	6	3	10

B	–	5	4	2	5
C	A	7	5	1	7
D	F, C	9	5	7	10
E	–	4	5	2	8
F	B	3	10	1	12
G	H, J	8	10	3	15
H	F, C	7	5	2	10
I	B	12	7	8	10
J	E	10	6	6	9
K	I	5	3	3	6

№ 17.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	E	5	7	1	8
B	A	5	5	2	6
C	E	3	9	1	11
D	–	2	8	1	12
E	–	4	9	3	15
F	C	8	10	2	12
G	E	6	8	2	12
H	G, D	5	7	2	9
I	B, H, F	8	10	4	12

№ 18.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	C	5	3	2	4
B	G, J	5	10	3	15
C	–	5	12	4	16
D	H	8	10	4	15
E	–	10	12	6	24
F	–	5	8	2	10
G	I	6	15	3	20
H	F	3	10	1	12
I	A, E	6	12	3	15

J	H	4	5	2	8
---	---	---	---	---	---

№ 19.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	D	10	5	8	8
B	A, E	5	10	3	15
C	–	12	20	10	25
D	–	10	12	7	15
E	J	12	8	8	12
F	H	8	10	4	14
G	I	5	8	1	10
H	C, I	10	10	7	15
I	D	9	11	5	15
J	–	12	9	8	12

№ 20.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	C	10	8	5	18
B	E, G	5	6	2	10
C	D	8	12	4	15
D	–	6	10	3	25
E	D	7	16	5	22
F	–	9	11	5	14
G	F	12	10	8	13
H	B, I	10	19	4	25
I	A	3	11	1	14
J	C	5	12	2	15

№ 21.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	B	10	8	6	12
B	–	5	3	2	6
C	–	10	10	8	19
D	C, E	7	19	3	23

E	F	8	10	6	11
F	–	5	15	2	18
G	A, J	6	12	3	20
H	D, G	12	11	8	23
I	A, J	8	16	4	19
J	C, E	10	8	7	12

№ 22.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	5	10	3	15
B	D	8	15	7	18
C	A	9	14	5	18
D	G	11	10	10	12
E	C	12	4	8	8
F	B, I	7	8	6	10
G	–	15	12	10	18
H	F	9	7	5	9
I	G	2	5	1	7
J	A	6	12	2	15

№ 23.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	C	5	14	3	17
B	D	10	19	6	22
C	–	4	5	1	9
D	–	7	17	3	18
E	–	6	12	2	21
F	A	12	5	10	10
G	F, J	10	7	8	12
H	I, G	5	3	3	5
I	D	13	16	12	18
J	C	4	14	2	20

№ 24.

Назв.	Поперед	Норм.	Норм.	Скор.	Підвищ.
-------	---------	-------	-------	-------	---------

роботи	ні роботи	трив-ть	варт-ть	трив-ть	варт-ть
A	–	8	12	6	20
B	I	12	20	7	34
C	D	18	32	12	40
D	–	5	10	2	16
E	J	10	16	6	27
F	A	5	28	2	39
G	C, F	7	8	5	9
H	E, G	14	17	10	23
I	–	8	7	6	10
J	C, F	7	21	5	25

№ 25.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	13	19	12	27
B	F	7	6	4	13
C	B, I, J	4	17	3	19
D	A	7	10	6	22
E	C, H	8	12	4	17
F	–	9	13	7	20
G	–	16	14	13	19
H	G	3	25	1	34
I	G	14	12	10	24
J	A	6	4	4	6
K	B, I, J	7	19	5	23

№ 26.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	I	12	7	10	9
B	I	4	14	2	18
C	–	4	21	3	25
D	E, F	9	15	6	20
E	B	7	13	5	20
F	A, G, H	2	25	1	30
G	–	10	21	8	30

Н	С	5	5	2	13
І	–	3	10	2	17
Ј	С	4	8	1	12

№ 27.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
А	В	4	12	2	18
В	–	8	16	5	27
С	–	15	18	10	20
D	С	7	10	3	15
Е	С	6	5	4	12
F	Е, J, І	10	20	7	25
G	–	11	6	9	17
Н	D, G	14	5	10	9
І	А	7	12	4	15
Ј	В	8	9	4	15

№ 28.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
А	І	9	11	5	18
В	І	5	24	2	30
С	–	14	30	10	35
D	С, Н	8	19	4	23
Е	А, G	9	8	6	12
F	–	5	12	3	20
G	D	8	22	5	30
Н	F	13	7	10	18
І	–	6	15	4	27
Ј	В	10	17	7	31

№ 29.

Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
А	–	4	16	2	20
В	Н, J	2	20	1	26

C	H, J	12	14	7	25
D	C	5	17	2	19
E	A	6	13	3	20
F	E	8	15	6	29
G	E	17	15	13	20
H	–	6	19	5	24
I	B, D, F	11	21	4	27
J	A	3	14	2	18

№ 30.

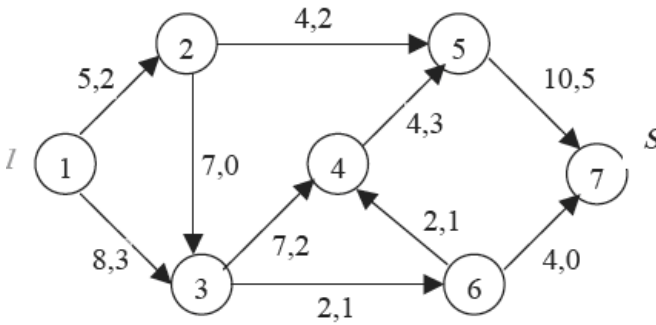
Назв. роботи	Попередні роботи	Норм. трив-ть	Норм. варт-ть	Скор. трив-ть	Підвищ. варт-ть
A	–	4	16	2	14
B	–	12	10	5	40
C	–	8	22	6	34
D	A	7	19	4	26
E	B	15	4	13	16
F	C	12	15	10	21
G	D, E	3	20	2	30
H	G, F	10	16	4	27

2 ЗАВДАННЯ № 2

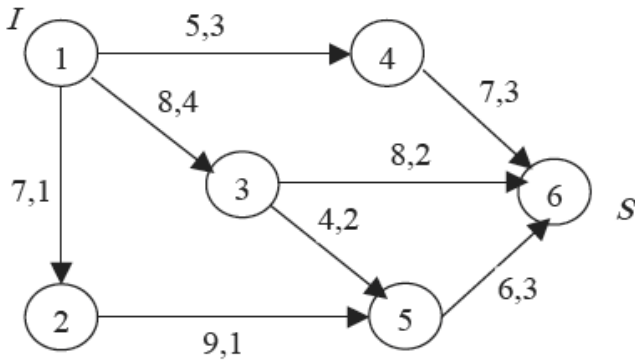
Господарсько-питний водопровід (сіть) з'єднає джерело I зі стоком S . Є кілька шляхів, по яких можна доставити воду із джерела в стік. Вершини мережі відповідають перетинанням труб, а ребра й дуги – ділянкам труб між перетинаннями. На мережі зазначені пропускні здатності труб, тобто максимальна кількість води (м^3), яку можна пропустити по тубах за 1 годину. Побудувати на мережі потік води максимальної потужності z_{\max} ($\text{м}^3/\text{год}$), спрямований із джерела I до стоку S . Вказати «вузьке місце» мережі й знайти його пропускну здатність. Провести аналіз результатів розв'язання.

Зразок розв'язання задачі в [5, с. 32-36, 59-66], [9, с. 269-279].

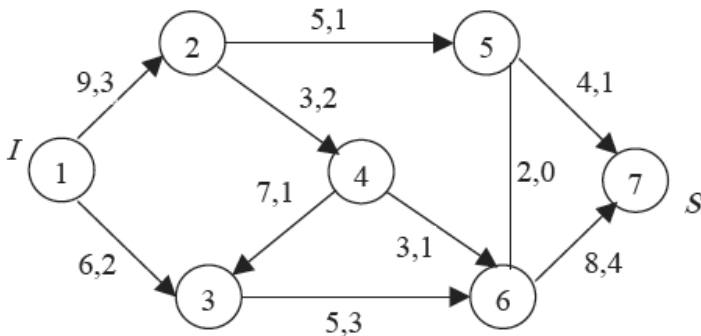
№ 1.



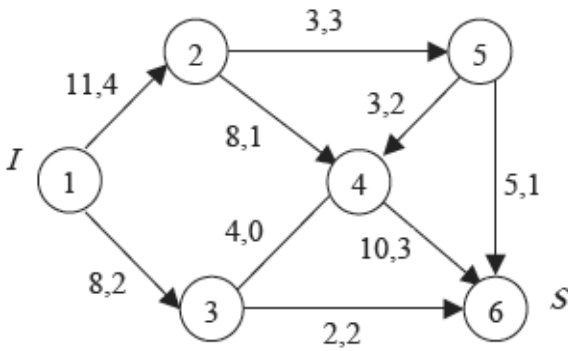
№ 2.



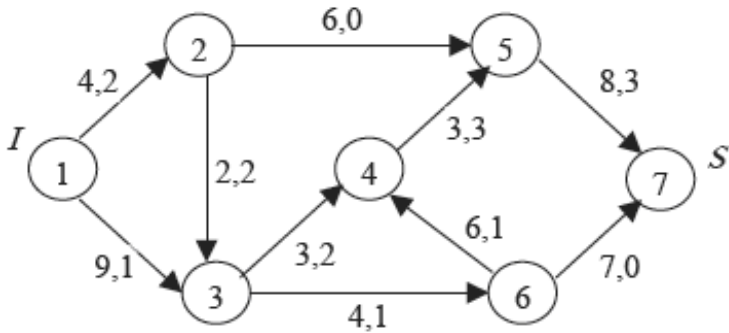
№ 3.



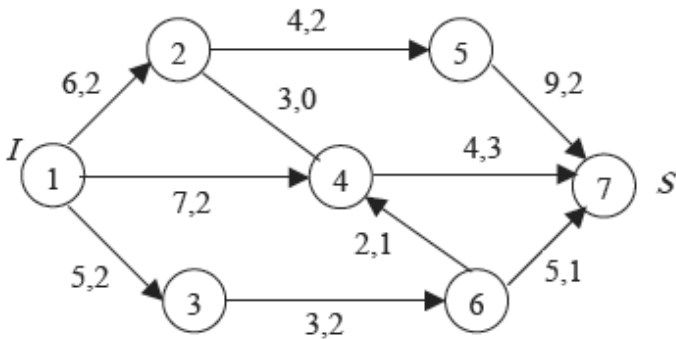
№ 4.



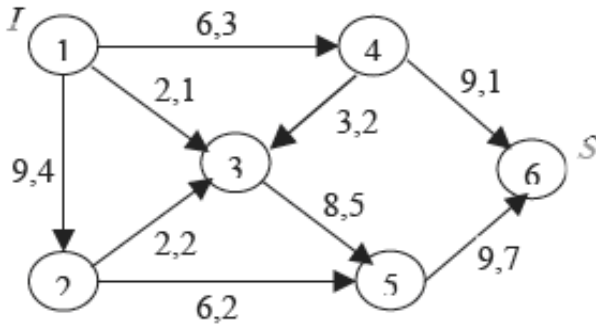
№ 5.



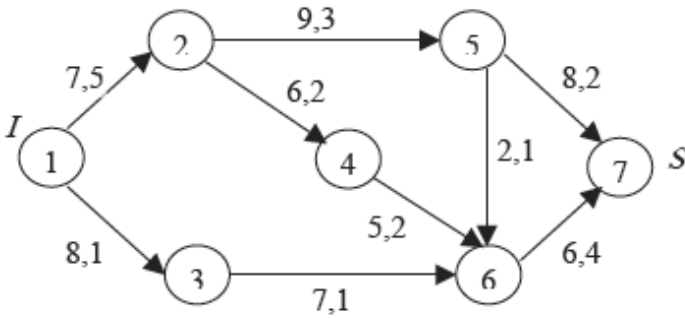
№ 6.



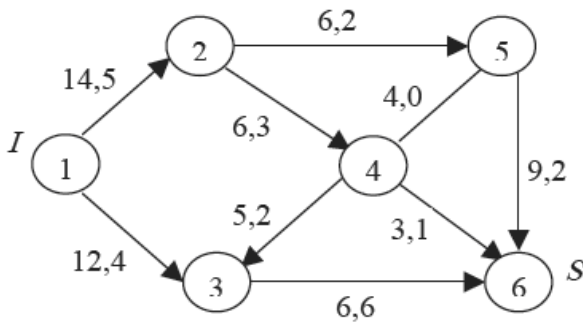
№ 7.



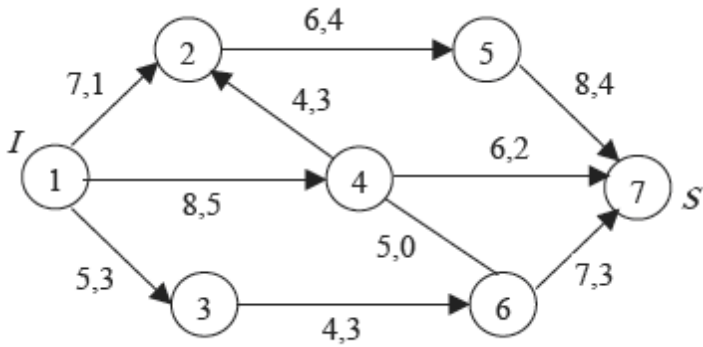
№ 8.



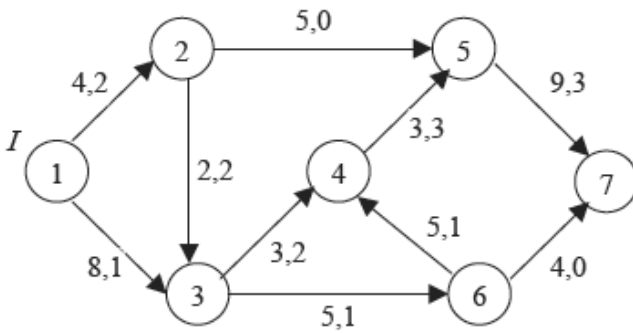
№ 9.



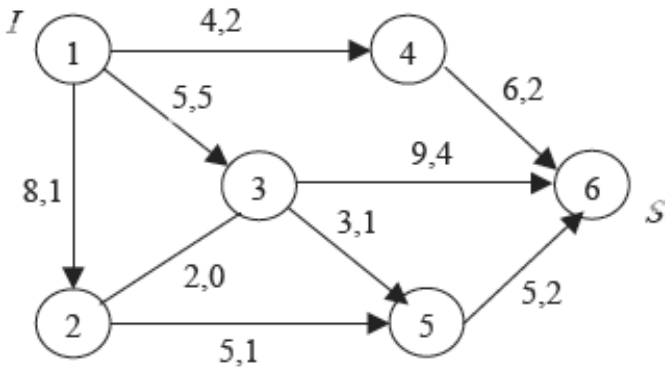
№ 10.



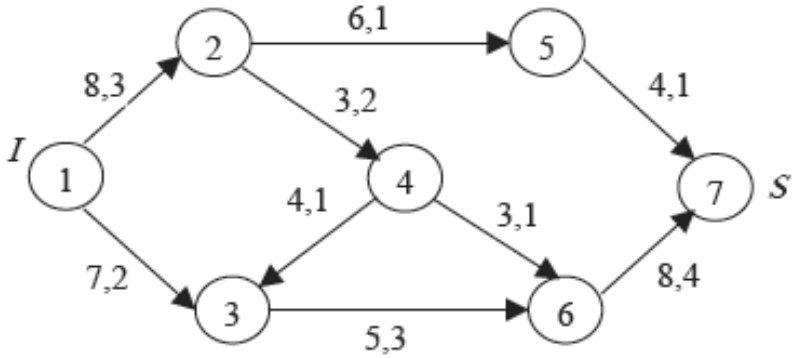
№ 11.



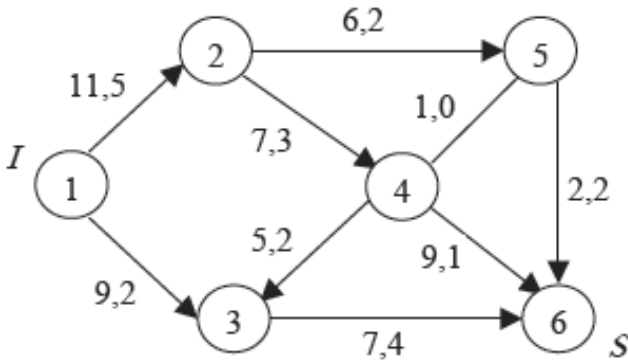
№ 12.



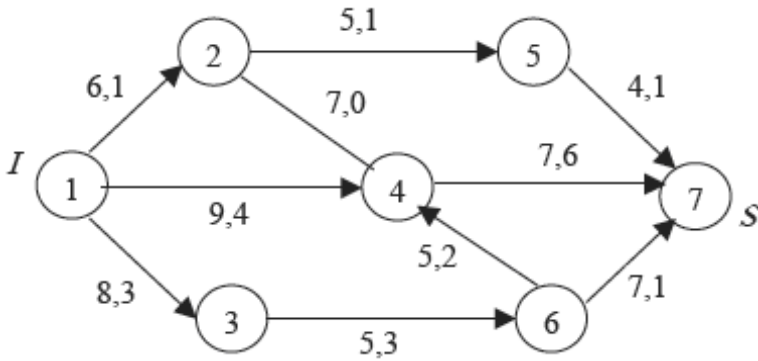
№ 13.



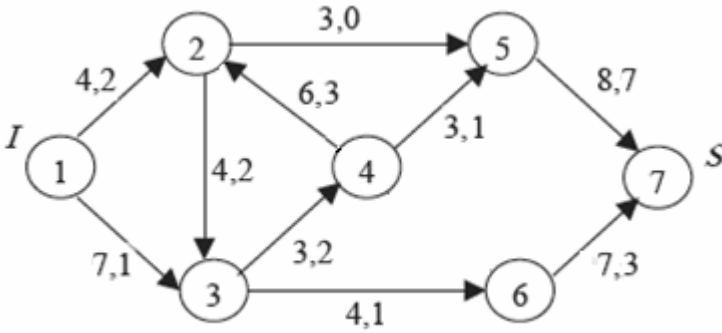
№ 14.



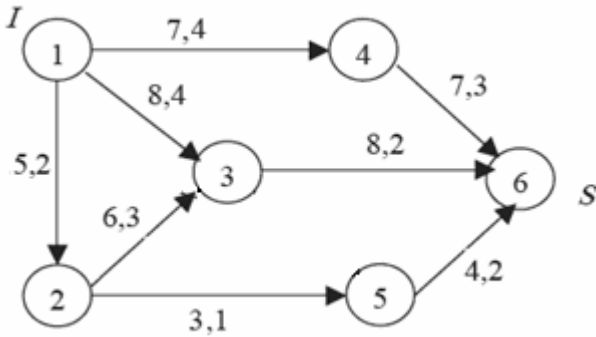
№ 15.



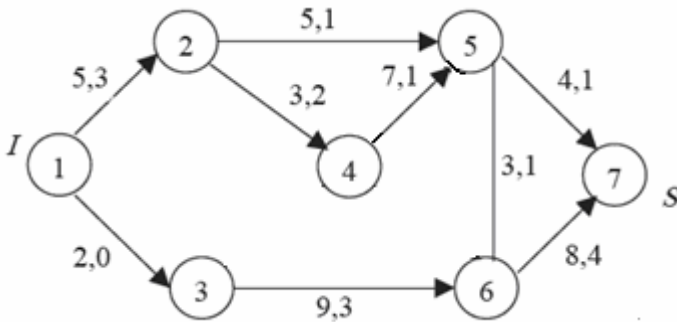
№ 16.



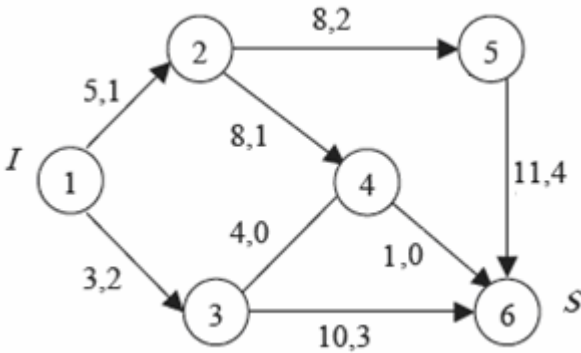
№ 17.



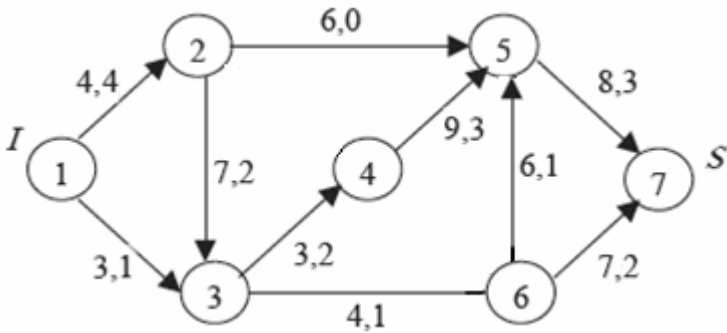
№ 18.



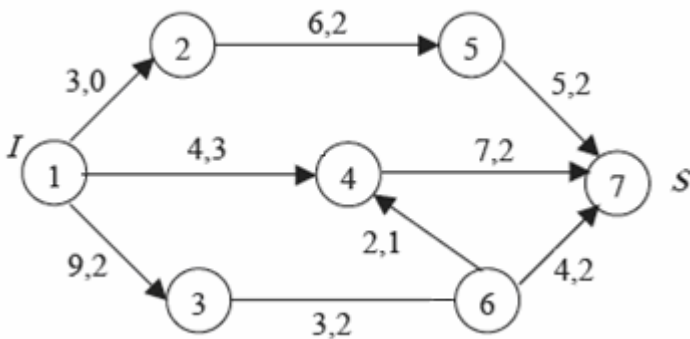
№ 19.



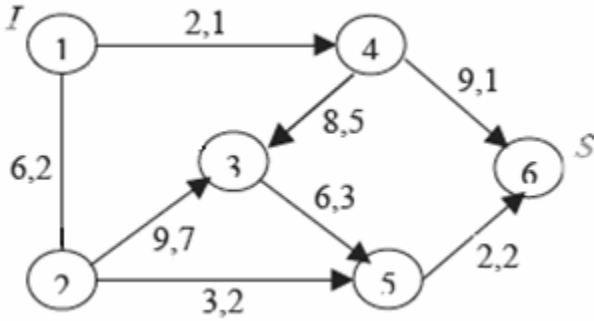
№ 20.



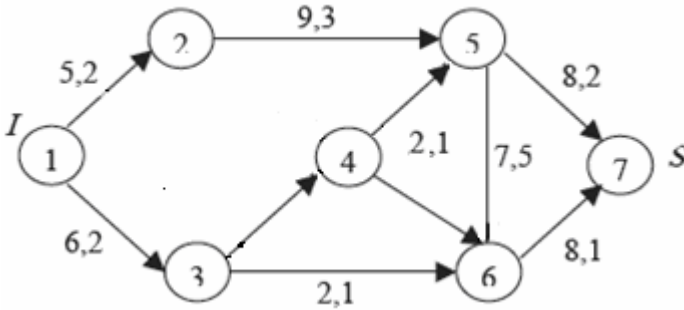
№ 21.



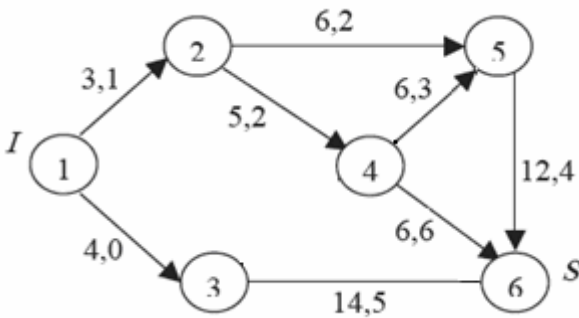
№ 22.



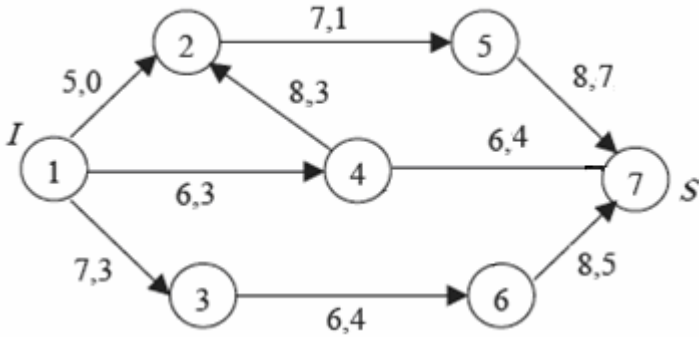
№ 23.



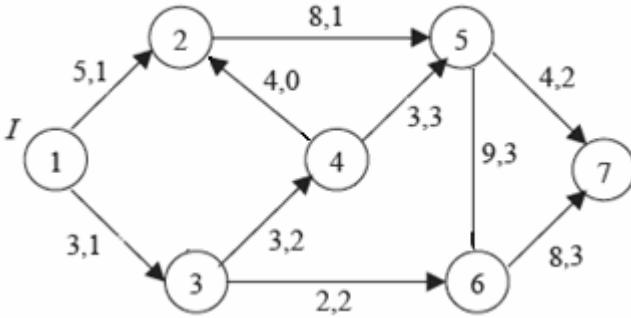
№ 24.



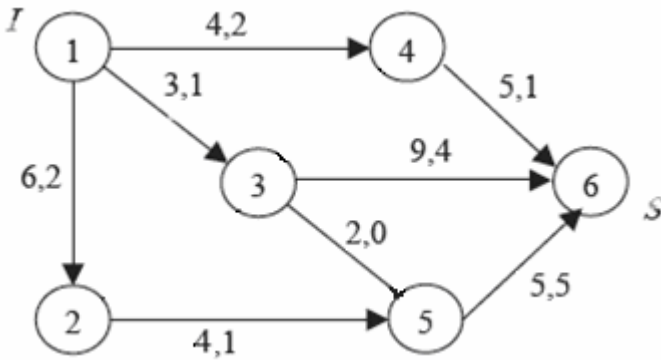
№ 25.



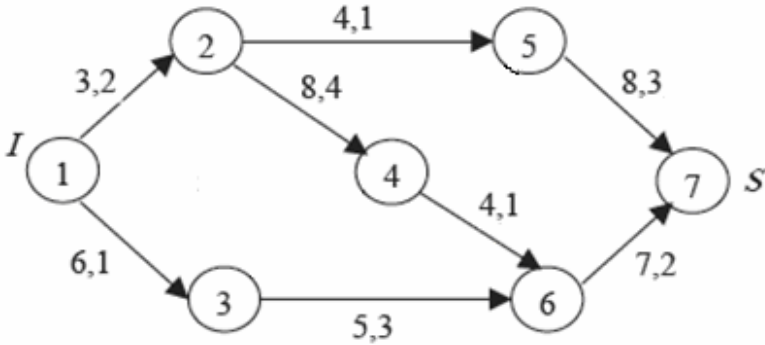
№ 26.



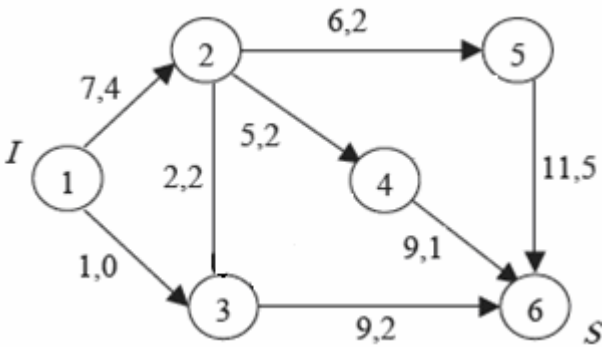
№ 27.



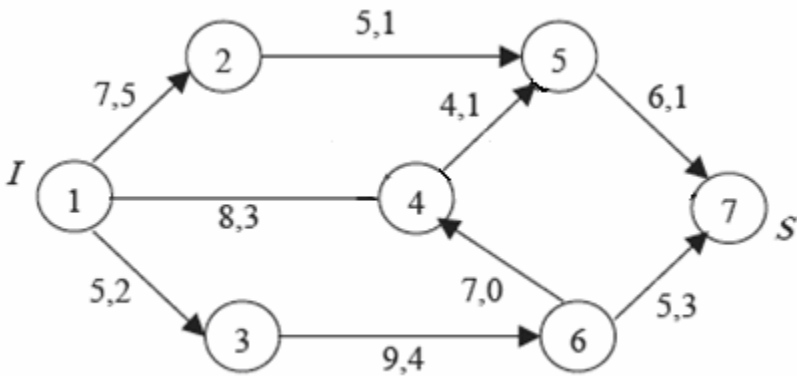
№ 28.



№ 29.



№ 30.



3 ЗАВДАННЯ № 3

Дослідити задану таблицею міжгалузевого балансу модель економічної системи за деякий період (I – сільське господарство, II – промисловість, III – транспорт, Y – кінцевий попит). Знайти об'єм випуску кожної галузі, якщо кінцеве споживання по галузях було збільшено до Y1. На скільки відсотків необхідно збільшити валові випуски галузей, щоб забезпечити таке збільшення? Чи є продуктивною технологічна матриця? Скласти нову таблицю міжгалузевого балансу.

Приклад побудови балансової моделі наведено в [8, с. 67-77].

№ 1. $Y_1=(40 \ 50 \ 60)$

	I	II	III	Y
I	10	16	50	20
II	3	15	40	23
III	2	26	30	32

№ 2. $Y_1=(40 \ 50 \ 70)$

	I	II	III	Y
I	15	16	55	20
II	10	15	43	23
III	2	21	27	30

№ 3. $Y_1=(20 \ 30 \ 40)$

	I	II	III	Y
I	5	16	40	15
II	5	15	40	20
III	10	28	30	32

№ 4. $Y_1=(130 \ 100 \ 120)$

	I	II	III	Y
I	30	10	56	90
II	6	12	46	80
III	5	21	27	102

№ 5. $Y_1=(125 \ 100 \ 110)$

	I	II	III	Y
I	10	18	51	90
II	8	10	40	80
III	7	26	30	92

№ 6. $Y_1=(30 \ 40 \ 50)$

	I	II	III	Y
I	7	16	50	20
II	3	10	45	28
III	2	26	30	32

№ 7. $Y_1=(150 \ 100 \ 110)$

	I	II	III	Y
I	10	20	50	120
II	3	15	40	93
III	2	26	37	92

№ 8. $Y_1=(100 \ 130 \ 120)$

	I	II	III	Y
I	5	11	55	75
II	3	15	41	83
III	4	26	30	92

№ 9. $Y_1=(40 \ 60 \ 70)$

	I	II	III	Y
I	15	26	25	30
II	10	15	40	23
III	2	26	30	32

№ 10. $Y_1=(30 \ 50 \ 40)$

	I	II	III	Y
I	10	16	50	20
II	8	10	60	23
III	2	26	30	32

№ 11. $Y_1=(60 \ 70 \ 30)$

	I	II	III	Y
I	5	35	20	40
II	10	10	20	60
III	20	10	10	10

№ 12. $Y_1=(110 \ 150 \ 120)$

	I	II	III	Y
I	50	16	120	60
II	30	10	180	100
III	15	14	140	80

№ 13. $Y_1=(90 \ 80 \ 70)$

	I	II	III	Y
I	23	32	35	50
II	25	19	26	40
III	43	11	23	35

№ 14. $Y_1=(30 \ 50 \ 60)$

	I	II	III	Y
I	11	45	9	20
II	23	30	12	25
III	21	25	21	22

№ 15. $Y_1=(75 \ 60 \ 90)$

	I	II	III	Y
I	32	31	15	40
II	45	28	17	37
III	38	26	22	29

№ 16. $Y_1=(100 \ 80 \ 90)$

	I	II	III	Y
I	89	65	45	55
II	95	45	43	39

III	78	76	38	67
-----	----	----	----	----

№ 17. $Y_1=(50 \ 40 \ 60)$

	I	II	III	Y
I	9	19	17	25
II	8	32	21	12
III	11	23	19	21

№ 18. $Y_1=(120 \ 150 \ 180)$

	I	II	III	Y
I	90	43	27	70
II	76	56	34	65
III	85	63	29	90

№ 19. $Y_1=(80 \ 70 \ 60)$

	I	II	III	Y
I	23	45	12	45
II	26	48	17	30
III	29	58	23	20

№ 20. $Y_1=(130 \ 150 \ 110)$

	I	II	III	Y
I	56	45	34	67
II	64	37	33	56
III	56	45	45	80

№ 21. $Y_1=(50 \ 60 \ 40)$

	I	II	III	Y
I	8	56	42	23
II	5	61	32	29
III	9	65	34	32

№ 22. $Y_1=(70 \ 30 \ 40)$

	I	II	III	Y
--	---	----	-----	---

I	12	34	45	30
II	15	32	34	20
III	11	27	39	25

№ 23. $Y_1=(30 \ 40 \ 50)$

	I	II	III	Y
I	9	35	12	19
II	5	32	17	21
III	6	31	14	22

№ 24. $Y_1=(80 \ 50 \ 65)$

	I	II	III	Y
I	13	65	42	54
II	16	54	32	48
III	19	57	43	42

№ 25. $Y_1=(50 \ 60 \ 40)$

	I	II	III	Y
I	14	64	35	21
II	17	43	34	22
III	14	54	31	20

№ 26. $Y_1=(20 \ 40 \ 30)$

	I	II	III	Y
I	7	23	19	15
II	4	34	21	13
III	3	33	18	16

№ 27. $Y_1=(70 \ 80 \ 60)$

	I	II	III	Y
I	43	45	13	30
II	38	54	17	40
III	36	56	21	35

№ 28. $Y_1=(70 \ 60 \ 50)$

	I	II	III	Y
I	23	46	34	45
II	25	41	36	42
III	19	49	30	40

№ 29. $Y_1=(50 \ 60 \ 70)$

	I	II	III	Y
I	34	56	46	30
II	39	67	43	45
III	29	50	39	40

№ 30. $Y_1=(70 \ 60 \ 70)$

	I	II	III	Y
I	25	60	70	50
II	20	50	81	40
III	35	55	79	45

4 ЗАВДАННЯ № 4

Мережа салонів мобільного зв'язку почала роздрібний продаж нової моделі планшетів. Попит на них становить d штук на тиждень, причому його величина рівномірно розподіляється протягом тижня. Компанія здійснює закупівлю планшетів по C у. од. за одиницю.

Вартість оформлення одного замовлення становить s у. од. Витрати зберігання – h у. од. за один планшет протягом року плюс 15% середньорічної вартості запасів. Передбачається, що в році 50 тижнів. Знайти оптимальний розмір замовлення, тривалість циклу і число поставчань за рік, якщо система управління запасами підпорядковується умовам основної моделі.

Зважаючи, що нова модель планшету є дуже популярною серед молоді, в разі відсутності товару покупці звичайно згодні почекати, поки не підійде наступне замовлення. Однак витрати внаслідок наявності дефіциту складають b у. од. за одну штуку в день. Скільки планшетів слід замовляти за нових умов? Який максимальний дефіцит? Якою буде величина економії за рахунок введення системи підтримки попередніх заявок? Накреслити графіки зміни запасів для обох випадків.

Дані для розрахунків беруться з таблиці, N – номер варіанта.

Зразок розв'язання задачі керування запасами наведено в [1, с. 285-310], [11, с. 353-398].

№	d	c	s	h	b	№	d	c	s	h	b
1	15	30	10	0,75	1,9	16	11	25	4	0,45	3,9
2	8	31	8	0,15	2,8	17	13	18	7	0,65	1,8
3	10	34	7	0,5	1,6	18	34	40	13	0,35	0,7
4	19	27	4	1	0,9	19	21	42	4	0,25	5,5
5	26	32	2	0,35	3,5	20	4	37	6	0,12	4,3
6	23	29	4	0,15	2,7	21	15	39	6	0,45	2,8
7	11	24	12	0,65	1,8	22	6	35	10	0,25	1,7
8	8	23	10	0,55	3,7	23	23	47	2	0,75	0,9
9	12	19	9	1,25	1,9	24	11	41	3	1,3	3,7
10	7	26	5	0,35	4,5	25	9	36	5	0,75	4,8
11	13	34	4	0,8	2,7	26	13	39	6	0,65	4,4
12	10	37	3	0,9	1,8	27	17	32	7	0,85	5,6
13	25	24	6	0,95	0,8	28	18	34	2	0,55	2,7
14	32	28	12	0,45	4,8	29	20	27	6	1,5	1,6
15	16	20	8	1,5	2,9	30	18	29	8	0,35	3,6

5 ЗАВДАННЯ № 5

В останні 100 місяців обсяг продажів салону деякої автомобільної фірми коливається від 6 до 12 нових автомобілів. Частота різних обсягів продажів показана в таблиці:

Обсяг продажів на місяць, шт.	Число місяців, в які спостерігався цей обсяг продажів
6	8
7	11
8	17
9	33
10	25
11	3
12	3

Менеджер салону вважає, що продаж буде йти в тих же обсягах ще 24 місяців. Час виконання замовлення на поставки розподіляється наступним чином:

Час поставок, місяці	Ймовірність
1	0,44
2	0,33
3	0,16
4	0,07

Адміністрація салона щоразу замовляє 21 автомобіль, при цьому нове замовлення можна робити тоді, коли запас в магазині знижується до 12 автомобілів і лише після виконання попереднього замовлення. Зімітувати цю стратегію протягом 24 місяців. Для імітації використовувати N-й стовпчик таблиці випадкових чисел. Скільки замовлень доведеться зробити за два роки? Чому рівні витрати даної стратегії? Вважати, що: а) початковий запас становить 28 автомобілів;

б) витрати на зберігання однієї автомашини складають в місяць 0,6 тис. гр.од.;

в) одна упущена продаж приносить збиток в середньому 4,35 тис. гр.од.;

г) одне замовлення обходиться в 0,57 тис. гр.од.

Приклад побудови імітаційної моделі наведено в [1, с. 347-386], [11, с. 502-524].

6 ЗАВДАННЯ № 6

6.1 Задача про розподіл інвестицій

В виробниче об'єднання входять три підприємства P_1 , P_2 , P_3 . Керівництво об'єднання вирішило інвестувати в свої підприємства P_1 , P_2 , P_3 умовних грошових одиниць у загальній сумі. Проведені маркетингові дослідження прогнозують величину очікуваного прибутку кожного з підприємств в залежності від обсягу інвестованих коштів. Ці дані представлені в таблиці. Потрібно знайти такий розподіл інвестицій між підприємствами, який забезпечив би максимум сумарного очікуваного прибутку. Порівняти отримане оптимальне рішення з рішеннями, які були б отримані при виділенні всього обсягу інвестицій тільки одному з підприємств або при розподілі інвестицій порівну між усіма підприємствами. Підрахувати, скільки відсотків прибутку втрачається в кожному з цих випадків. Вихідні дані для кожного варіанту наведені нижче в таблиці.

Зразок розв'язання типової задачі про розподіл інвестицій наведено в [7, с. 35-45].

№ 1.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	P_1	P_2	P_3
0	-3	3	-4
1	16	14	6
2	21	26	23
3	32	31	34
4	47	48	49
5	52	53	57
6	64	62	65

№ 2.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	P_1	P_2	P_3
0	-1	2	2
1	9	12	7
2	24	27	18
3	35	30	33
4	46	43	45

5	60	58	59
6	63	61	69

№ 3.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	1	-1	5
1	11	8	13
2	27	25	28
3	31	39	36
4	44	47	41
5	53	56	55
6	67	74	76

№ 4.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	-2	1	3
1	18	6	10
2	26	24	22
3	29	38	35
4	43	46	45
5	54	52	56
6	73	76	68

№ 5.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	-3	-5	-6
1	13	7	8
2	31	29	28
3	34	42	37
4	55	58	54
5	70	60	71
6	75	81	84

№ 6.

Обсяг	Прибуток підприємств		
-------	----------------------	--	--

інвестицій	Π_1	Π_2	Π_3
0	0	-1	6
1	9	18	19
2	27	26	31
3	40	36	43
4	57	49	56
5	65	68	66
6	79	75	83

№ 7.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	Π_1	Π_2	Π_3
0	1	1	4
1	18	8	11
2	32	23	25
3	44	35	48
4	63	62	52
5	76	73	75
6	77	82	85

№ 8.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	Π_1	Π_2	Π_3
0	3	1	1
1	17	15	12
2	24	27	30
3	38	41	43
4	54	61	56
5	71	75	74
6	86	80	81

№ 9.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	Π_1	Π_2	Π_3
0	7	4	5
1	11	14	15
2	33	28	36

3	44	45	46
4	51	59	64
5	72	81	69
6	91	89	84

№ 10.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	0	-4	-1
1	10	17	13
2	29	37	35
3	51	49	47
4	60	55	61
5	77	79	74
6	83	88	93

№ 11.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	3	-3	-4
1	14	16	6
2	26	21	23
3	31	32	34
4	48	47	49
5	53	52	57
6	62	64	65

№ 12.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	2	2	-1
1	12	7	9
2	27	18	24
3	30	33	35
4	43	45	46
5	58	59	60
6	61	69	63

№ 13.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	5	-1	1
1	13	8	11
2	28	25	27
3	36	39	31
4	41	47	44
5	55	56	53
6	76	74	67

№ 14.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	3	-2	1
1	10	18	6
2	22	26	24
3	35	29	38
4	45	43	46
5	56	54	52
6	68	73	76

№ 15.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	-5	-6	-3
1	7	8	13
2	29	28	31
3	42	37	34
4	58	54	55
5	60	71	70
6	81	84	75

№ 16.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	6	0	-1

1	19	9	18
2	31	27	26
3	43	40	36
4	56	57	49
5	66	65	68
6	83	79	75

№ 17.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	1	4	1
1	8	11	18
2	23	25	32
3	35	48	44
4	62	52	63
5	73	75	76
6	82	85	77

№ 18.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	1	1	3
1	12	15	17
2	30	27	24
3	43	41	38
4	56	61	54
5	74	75	71
6	81	80	86

№ 19.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	4	5	7
1	14	15	11
2	28	36	33
3	45	46	44
4	59	64	51
5	81	69	72

6	89	84	91
---	----	----	----

№ 20.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	-1	0	-4
1	13	10	17
2	35	29	37
3	47	51	49
4	61	60	55
5	74	77	79
6	93	83	88

№ 21.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	-2	-4	3
1	17	6	14
2	22	23	26
3	33	34	31
4	48	49	48
5	53	57	53
6	65	65	62

№ 22.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	2	1	-1
1	7	11	9
2	18	26	24
3	33	29	35
4	45	42	46
5	59	57	60
6	69	60	63

№ 23.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃

0	0	5	1
1	9	13	11
2	26	28	27
3	40	36	31
4	48	41	44
5	57	55	53
6	75	76	67

№ 24.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	-2	-5	-6
1	14	7	8
2	32	29	28
3	35	42	37
4	56	58	54
5	71	60	71
6	76	81	84

№25.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	1	-2	1
1	8	18	6
2	20	26	24
3	33	29	38
4	43	43	46
5	54	54	52
	66	73	76

№ 26.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	5	0	-1
1	18	9	18
2	30	27	26
3	42	40	36
4	55	57	49

5	65	65	68
6	82	79	75

№ 27.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	2	1	4
1	19	8	11
2	33	23	25
3	45	35	48
4	64	62	52
5	77	73	75
6	78	82	85

№28.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	3	2	1
1	17	16	12
2	24	28	30
3	38	42	43
4	54	62	56
5	71	76	74
6	86	81	81

№ 29.

Обсяг інвестицій	Прибуток підприємств		
	П ₁	П ₂	П ₃
0	3	5	7
1	13	15	11
2	27	36	33
3	44	46	44
4	58	64	51
5	80	69	72
6	88	84	91

№ 30.

Обсяг	Прибуток підприємств
-------	----------------------

інвестицій	Π_1	Π_2	Π_3
0	-1	-3	0
1	13	18	10
2	35	38	29
3	47	50	51
4	61	56	60
5	74	80	77
6	93	89	83

6.2 Задача планування виробництва

Планується діяльність двох галузей виробництва на 4 роки. Інвестуються початкові ресурси S_0 . Кошти x_k , що вкладені в першу галузь на початку року, дають в кінці року прибуток $f_1(x_k) = ax_k$ і повертаються в розмірі $g_1(x_k) = bx_k$; аналогічно для другої галузі функція прибутку дорівнює $f_2(y_k) = cy_k$, а повернення – $g_2(y_k) = dy_k$. В кінці року всі повернуті кошти заново перерозподіляються між галузями, нові кошти не надходять, прибуток у виробництво не вкладається. Потрібно розподілити наявні кошти між двома галузями виробництва на чотири роки так, щоб сумарний прибуток від обох галузей за цей період виявилася максимальним.

Коефіцієнти індивідуальних завдань

№	a	b	c	d	S_0
1	0,6	0,4	0,3	0,5	10000
2	0,6	0,5	0,4	0,6	8000
3	0,7	0,5	0,4	0,6	6000
4	0,7	0,6	0,5	0,7	4000
5	0,3	0,2	0,5	0,7	2000
6	0,9	0,6	0,7	0,8	100
7	1,0	0,4	0,8	0,9	1000
8	1,0	0,2	0,8	0,9	1100
9	0,7	0,8	0,9	0,3	1200
10	1,1	0,8	0,9	0,6	1300
11	2,0	0,8	1,6	0,9	1400
12	2,1	0,2	1,7	0,4	1500

№	a	b	c	d	S_0
16	1,0	0,4	2,3	0,5	1200
17	2,7	0,8	2,4	0,6	1150
18	2,7	0,5	3,0	0,6	1100
19	2,8	0,2	2,5	0,4	1050
20	2,8	0,6	2,5	0,7	1000
21	2,9	0,6	2,7	0,8	950
22	3,0	0,3	2,8	0,9	900
23	3,0	0,7	1,2	0,9	850
24	3,1	0,4	2,9	0,3	800
25	3,1	0,8	2,9	0,8	750
26	1,5	0,3	1,1	0,4	700
27	1,6	0,6	1,2	0,9	650

13	0,1	0,9	1,7	0,5	1600
14	2,2	0,3	1,8	0,1	1700
15	0,9	0,5	1,8	0,1	1800

28	3,5	0,4	1,8	0,5	600
29	2,4	0,5	1,3	0,6	550
30	1,7	0,5	1,3	0,6	500

Зразок розв'язання типової задачі наведено в [4, с. 34-36].

6.3 Задача про заміну обладнання

Автомашина експлуатується протягом 5 років. На початку кожного року може бути прийнято рішення про заміну машини новою. Вартість нової машини на k -му році експлуатації становить p_k ум. гр. од. Після t років експлуатації машину можна продати за $g(t) = p_k \cdot 2^{-t}$ ум. гр. од. Вартість утримання машини протягом k -го року становить $r_k(t)$ ум. ден. од. Визначити оптимальну стратегію експлуатації машини, так щоб сумарні витрати (з урахуванням витрат на покупку нової машини на початку строку експлуатації та компенсації за рахунок заключного продажу) були мінімальними.

Попівняти отримане оптимальне рішення з двома допустимими рішеннями, перше з яких реалізує стратегію максимально частій заміни автомашини, а друге – стратегію максимального відкладання заміни.

Приклад розв'язання типової задачі про заміну обладнання наведено в [7, 71-77], [6, 265-270].

Варіант	p_k	$r_k(t)$
1	$7500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
2	$4000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,2 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
3	$6000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,3 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
4	$7000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,4 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
5	$8000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,5 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
6	$9000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
7	$7500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,2 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
8	$3000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,3 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
9	$8500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,4 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
10	$6500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,5 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
11	$5000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
12	$8500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
13	$5000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,2 \cdot p_k \cdot (t + 1)$

14	$7000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,3 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
15	$8000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,4 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
16	$9000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,5 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
17	$10000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
18	$8500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,2 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
19	$4000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,3 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
20	$9500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,4 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
21	$7500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,5 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
22	$6000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
11	$8000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
24	$4500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,2 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
25	$6500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,3 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
26	$7500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,4 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
27	$8500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,5 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
28	$9500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,1 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
29	$8000 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,2 \cdot p_k \cdot (t + 1)$
30	$3500 + 500 \cdot (k + 1)$	$0,3 \cdot p_k \cdot (t + 1)$

7 ЗАВДАННЯ № 7

Зразок розв'язання типової багатокритеріальної задачі наведено в [2, с. 297-303].

№ 1. Для п'яти проектів технічних систем визначені відносні одиничні показники технічної досконалості конструкції і коефіцієнти вагомості одиничних показників. Чисельні значення наведені в наступній таблиці:

Варіанти технічних систем	Відносні одиничні показники					
	складності	ваги	часу підгот.	автоматизації	потужності	уніфікації
1	1,0	0,088	1,0	1,0	0,72	0,614
2	0,72	1,0	0,8	0,78	0,81	0,420
3	0,658	0,358	0,765	0,782	0,525	0,915
4	0,425	0,97	0,755	0,70	0,98	0,31

5	0,467	0,555	0,865	0,705	0,865	0,650
коєф-ти вагомості	0,157	0,124	0,210	0,195	0,174	0,140

Проведіть ранжирування проектів технічних систем за комплексним критерієм.

№ 2. Див. умову варіанту 1.

Варіанти технічних систем	Відносні одиничні показники					
	складності	ваги	часу підгот.	автоматизації	потужності	уніфікації
1	0,525	0,18	0,78	0,865	0,72	0,374
2	0,72	0,765	0,8	0,78	0,81	0,54
3	0,658	1,0	0,34	1,0	0,25	0,25
4	1,0	0,97	0,755	0,70	0,78	0,31
5	0,72	0,555	1,0	0,705	0,75	0,650
коєф-ти вагомості	0,13	0,19	0,16	0,17	0,27	0,08

№ 3. Див. умову варіанту 1.

Варіанти технічних систем	Відносні одиничні показники					
	складності	ваги	часу підгот.	автоматизації	потужності	уніфікації
1	0,46	0,81	1,0	0,908	0,62	0,84
2	0,72	0,30	0,28	0,38	0,86	0,920
3	0,89	1,0	0,75	0,82	0,55	0,54
4	0,45	0,97	0,55	0,720	0,46	0,31
5	0,67	0,55	0,65	0,35	0,65	0,50
коєф-ти вагомості	0,17	0,13	0,22	0,15	0,14	0,19

№ 4. Див. умову варіанту 1.

Варіанти технічних систем	Відносні одиничні показники					
	складності	ваги	часу підгот.	автоматизації	потужності	уніфікації
1	0,205	0,84	1,0	1,0	0,372	0,614
2	0,923	0,09	0,28	0,79	0,851	0,420
3	0,518	0,38	0,75	0,62	0,525	0,915
4	0,285	1,0	0,95	0,72	0,498	0,431

5	0,37	0,91	0,45	0,58	0,865	0,650
коєф-ти вагомості	0,1	0,19	0,21	0,17	0,15	0,18

№ 5. Див. умову варіанту 1.

Варіанти технічних систем	Відносні одиничні показники					
	складності	ваги	часу підгот.	автоматизації	потужності	уніфікації
1	0,90	0,088	0,88	0,42	0,92	0,74
2	0,72	0,503	1,0	0,78	0,31	0,920
3	0,658	0,358	0,765	1,0	0,645	0,615
4	0,425	1,0	0,755	0,70	0,58	0,131
5	1,0	0,555	0,865	0,705	0,365	0,50
коєф-ти вагомості	0,117	0,22	0,12	0,19	0,24	0,113

№ 6. Див. умову варіанту 1.

Варіанти технічних систем	Відносні одиничні показники					
	складності	ваги	часу підгот.	автоматизації	потужності	уніфікації
1	0,290	0,88	0,18	0,26	1,0	0,7
2	0,712	0,53	0,76	1,0	0,89	0,9
3	0,68	0,38	0,75	0,302	0,65	1,0
4	0,45	0,095	1,0	0,77	0,8	0,3
5	0,50	1,0	0,55	0,75	0,65	0,5
коєф-ти вагомості	0,17	0,21	0,125	0,19	0,14	0,165

№ 7. Одній з фірм потрібно вибрати оптимальну стратегію по технічному забезпеченню процесу управління виробництвом. За допомогою статистичних даних і інформації заводів-виготовлювачів були визначені локальні критерії функціонування необхідного обладнання. Вихідні дані представлені в таблиці:

Варіанти устаткування	Локальні критерії ефективності обладнання			
	Продуктивність	Вартість обладнання	Об'єм пам'яті	Надійність
1	100	5	5	8

2	150	6	8	5
3	120	4	6,5	6
4	200	7	6	4
коефіцієнти вагомості	0,25	0,2	0,32	0,23

№ 8. Див. умову варіанту 7.

Варіанти устаткування	Локальні критерії ефективності обладнання			
	Продуктивність	Вартість обладнання	Об'єм пам'яті	Надійність
1	300	11	4	7
2	250	9	6	3
3	220	14	5	9
4	150	10	7	1
коефіцієнти вагомості	0,5	0,25	0,13	0,12

№ 9. Див. умову варіанту 7.

Варіанти устаткування	Локальні критерії ефективності обладнання			
	Продуктивність	Вартість обладнання	Об'єм пам'яті	Надійність
1	200	9	6	7
2	250	3	7	9
3	150	8	5	6
4	100	4	8	10
коефіцієнти вагомості	0,25	0,25	0,3	0,2

№ 10. Див. умову варіанту 7.

Варіанти устаткування	Локальні критерії ефективності обладнання			
	Продуктивність	Вартість обладнання	Об'єм пам'яті	Надійність
1	250	5	6	6

2	100	6	8	8
3	170	4	5	5
4	220	7	7	7
Коефіцієнти вагомості	0,2	0,3	0,1	0,4

№ 11. Див. умову варіанту 7.

Варіанти устаткування	Локальні критерії ефективності обладнання			
	Продуктивність	Вартість обладнання	Об'єм пам'яті	Надійність
1	210	8	7	7
2	250	5	6	5
3	220	7	8	4
4	200	6	5	8
коефіцієнти вагомості	0,15	0,23	0,12	0,5

№ 12. Див. умову варіанту 7.

Варіанти устаткування	Локальні критерії ефективності обладнання			
	Продуктивність	Вартість обладнання	Об'єм пам'яті	Надійність
1	70	12	6	7
2	90	11	9	5
3	60	14	7	3
4	80	15	5	4
Коефіцієнти вагомості	0,35	0,25	0,3	0,1

№ 13. Для шести проектів транспортних пристроїв визначені відносні одиничні показники технічної досконалості конструкцій. Чисельні значення одиничних показників та коефіцієнти вагомості наведені в наступній таблиці:

Варіанти	Відносні одиничні показники
----------	-----------------------------

транспорт пристроїв	швидкості	міцності	перевантаження	стабільності	металомності	потужності
1	1,0	0,798	0,92	1,0	1,0	0,77
2	1,0	1,0	0,65	0,92	0,94	0,92
3	1,0	0,93	0,924	1,0	0,98	0,95
4	0,87	0,96	0,91	0,915	0,99	0,85
5	0,85	0,97	1,0	0,90	0,7	0,82
6	0,88	0,78	0,75	0,967	0,8	1,0
коєф-ти вагомості	0,210	0,195	0,174	0,157	0,124	0,140

Проведіть ранжирування проектів транспортних пристроїв за комплексним критерієм.

№ 14. Див. умову варіанту 13.

Варіанти транспорт пристроїв	Відносні одиничні показники					
	швидкості	міцності	перевантаження	стабільності	металомності	потужності
1	0,7	0,78	0,28	1,0	0,45	0,75
2	0,9	1,0	0,53	0,28	0,39	0,92
3	1,0	0,59	1,0	0,72	1,0	0,67
4	0,7	0,65	0,9	0,95	0,49	0,55
5	0,5	0,75	0,30	0,45	0,7	0,99
6	0,8	0,80	0,58	0,65	1,0	0,78
коєф-ти вагомості	0,20	0,15	0,14	0,17	0,14	0,20

№ 15. Див. умову варіанту 13.

Варіанти транспорт пристроїв	Відносні одиничні показники					
	швидкості	міцності	перевантаження	стабільності	металомності	потужності
1	0,709	0,87	0,79	0,89	0,86	0,97
2	1,0	0,96	1,0	0,72	0,99	0,95
3	0,67	0,83	0,84	1,0	1,0	0,91

4	0,72	1,0	0,96	0,95	0,91	0,83
5	0,81	0,93	0,88	0,91	0,75	1,0
6	0,98	0,76	0,95	0,67	0,89	0,78
коэф-ти вагомості	0,1	0,19	0,21	0,17	0,15	0,18

№ 16. Див. умову варіанту 13.

Варіанти транспорт пристроїв	Відносні одиничні показники					
	швидкості	міцності	перевантаження	стабільності	металомності	потужності
1	0,93	0,86	0,92	0,87	0,77	1,0
2	0,82	0,95	0,85	1,0	0,94	0,92
3	0,96	1,0	0,79	0,79	0,83	0,85
4	0,89	0,96	1,0	0,85	0,91	0,95
5	1,0	0,97	0,81	0,93	0,98	0,92
6	0,78	0,75	0,95	0,96	1,0	0,82
коэф-ти вагомості	0,17	0,21	0,125	0,19	0,14	0,165

№ 17. Див. умову варіанту 13.

Варіанти транспорт пристроїв	Відносні одиничні показники					
	швидкості	міцності	перевантаження	стабільності	металомності	потужності
1	1,0	1,0	0,92	0,99	0,85	0,68
2	0,67	1,0	0,99	0,82	0,94	0,92
3	1,0	0,78	0,91	0,99	0,98	0,95
4	0,87	0,95	0,91	0,92	0,91	0,99
5	0,85	0,91	1,0	0,98	0,76	0,82
6	0,98	0,88	0,84	0,91	0,87	1,0
коэф-ти вагомості	0,1	0,2	0,2	0,15	0,15	0,2

№ 18. Див. умову варіанту 13.

Варіанти транспорт пристроїв	Відносні одиничні показники					
	швидкості	міцності	перевантаження	стабільності	металомності	потужності
1	0,98	0,98	0,92	1,0	1,0	0,77
2	0,96	0,69	0,65	0,92	0,94	0,92
3	0,79	1,0	1,0	0,69	0,98	0,95
4	0,87	0,96	0,94	0,87	0,99	0,85
5	0,85	0,97	1,0	0,90	0,76	0,82
6	0,88	0,78	0,95	0,79	1,0	0,98
коєф-ти вагомості	0,13	0,19	0,16	0,17	0,27	0,08

№ 19. Абсолютні показники якості двигунів різних варіантів наведені в таблиці:

Варіанти двигунів	Показники якості		
	потужність	момент, що крутить	маса
1	180	67	850
2	176	70	1000
3	176	68	860
4	181	67	820
5	177	68	860
6	180	66	800
7	175	69	900
8	176	67	850
9	180	68,2	880
10	179	68,5	870
коєфіцієнти вагомості	0,4	0,24	0,36

Знайти оптимальний варіант двигуна.

№ 20. Див. умову варіанту 19.

Варіанти двигунів	Показники якості		
	потужність	момент, що крутить	маса
1	130	69	950
2	136	71	890

3	132	68	1000
4	141	67	920
5	137	65	860
6	140	66	850
7	135	69	880
8	136	70	950
9	138	68	980
10	139	64	970
коефіцієнти вагомості	0,35	0,38	0,27

№ 21. Див. умову варіанту 19.

Варіанти двигунів	Показники якості		
	потужність	момент, що крутить	маса
1	187	73	920
2	192	68	990
3	180	65	830
4	193	71	965
5	190	70	870
6	187	69	830
7	186	68	920
8	188	65	890
9	190	63	875
10	191	71	900
коефіцієнти вагомості	0,25	0,4	0,35

№ 22. Див. умову варіанту 19.

Варіанти двигунів	Показники якості		
	потужність	момент, що крутить	маса
1	170	67	810
2	166	70	990
3	176	68	860
4	171	67	820
5	167	68	860
6	160	66	830
7	175	69	900

8	176	67	850
9	168	62	880
10	179	65	870
коеф.вагомості	0,25	0,15	0,60

№ 23. Див. умову варіанту 19.

Варіанти двигунів	Показники якості		
	потужність	момент, що крутить	маса
1	180	67	850
2	186	70	800
3	179	68	860
4	185	67	820
5	187	71	860
6	190	66	875
7	185	69	900
8	176	67	890
9	192	72	880
10	179	71	920
коефіцієнти вагомості	0,41	0,29	0,30

№ 24. Див. умову варіанту 19.

Варіанти двигунів	Показники якості		
	потужність	момент, що крутить	маса
1	150	67	850
2	165	70	900
3	159	68	930
4	161	70	820
5	167	63	870
6	160	66	830
7	155	69	990
8	156	71	850
9	162	65	880
10	159	72	890
коефіцієнти вагомості	0,32	0,33	0,35

№ 25. Показники ефективності роботи підприємств наведені в

таблиці:

№ підприємств	Показники ефективності роботи підприємств				
	прибуток	собівартість одиниці продукції	доходи	фондо віддача	продуктивність
1	30	40	20	0,2	300
2	25	20	30	0,3	200
3	40	45	54	0,1	250
4	28	30	35	0,4	160
5	15	12	20	0,25	280
6	50	30	40	0,21	120
коєф-ти вагомості	0,32	0,23	0,15	0,20	0,10

Вибрати підприємство, що працює найбільш ефективно.

№ 26. Див. умову варіанту 25.

№ підприємства	Показники ефективності роботи підприємств				
	прибуток	собівартість одиниці продукції	доходи	фондо віддача	продуктивність
1	34	25	40	0,29	400
2	23	30	51	0,37	350
3	45	28	38	0,26	600
4	64	59	45	0,32	540
5	17	12	29	0,19	270
6	42	42	30	0,17	310
коєф-ти вагомості	0,12	0,3	0,25	0,15	0,18

№ 27. Див. умову варіанту 25.

№ підприємства	Показники ефективності роботи підприємств				
	прибуток	собівартість одиниці продукції	доходи	фондо віддача	продуктивність
1	40	25	15	0,6	255
2	35	10	40	0,8	200
3	30	45	60	0,3	150

4	20	30	25	0,9	190
5	10	22	20	0,28	260
6	55	35	30	0,11	160
коєф-ти вагомості	0,20	0,14	0,18	0,26	0,22

№ 28. Див. умову варіанту 25.

№ підприємств	Показники ефективності роботи підприємств				
	прибуток	собівартість одиниці продукції	доходи	фондо віддача	продуктивність
1	35	30	40	0,29	370
2	58	60	80	0,31	280
3	45	40	45	0,19	450
4	35	30	35	0,26	360
5	15	15	20	0,17	240
6	50	40	60	0,32	420
коєф-ти вагомості	0,19	0,13	0,16	0,31	0,21

№ 29. Див. умову варіанту 25.

№ підприємства	Показники ефективності роботи підприємств				
	прибуток	собівартість одиниці продукції	доходи	фондо віддача	продуктивність
1	35	30	20	0,2	800
2	20	10	30	0,3	600
3	40	25	40	0,1	400
4	25	30	35	0,4	350
5	20	15	25	0,5	700
6	40	30	45	0,4	550
коєф-ти вагомості	0,22	0,17	0,21	0,13	0,27

№ 30. Див. умову варіанту 25.

№	Показники ефективності роботи підприємств
---	---

підприємства	прибуток	собівартість одиниці продукції	доходи	фондо віддача	продукт ивність
1	30	40	20	0,1	190
2	20	20	30	0,2	270
3	40	40	50	0,3	300
4	20	30	30	0,2	450
5	10	15	20	0,4	195
6	50	30	40	0,1	600
коєф-ти вагомості	0,15	0,2	0,18	0,3	0,17

8 ЗАВДАННЯ № 8

Для наступної двокритеріальної задачі:

$$\begin{cases} F_1 = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 \rightarrow \max \\ F_2 = c_{21}x_1 + c_{22}x_2 \rightarrow \max \\ AX \leq B, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

1. Побудувати графічно множину Парето.
2. Знайти множину Парето, використовуючи лінійну згортку критеріїв ($I_1 = 0,4; I_2 = 0,6$).
3. Знайти розв'язок задачі методом ідеальної точки.
4. Визначити множину Парето методом послідовних поступок, вважаючи, що критерії впорядковані за важливістю в послідовності

$\{F_1, F_2\}$ і $\Delta = \frac{F_1^+ - F_1^-}{10}$, де F_1^+ і F_1^- - найбільше та найменше

значення критерія F_1 на множині допустимих розв'язків X .

Необхідні значення матриць C , A та вектора B взяти із таблиці.

Зразок розв'язання багатокритеріальної задачі графічним методом наведено в [5, с. 219-246].

№	C	A	B	№	C	A	B
1	3 1 -1 -1	-1 1 1 -1 0 1	2 1 3	16	2 1 -1 -2	1 1 1 0 -1 1	4 3 2
2	1 2 -2 -1	-1 1 2 -1 1 0	2 2 2	17	-1 3 -1 -2	1 -1 0 1 -1 1	2 2 1
3	-1 3 -3 -2	-1 1 1 -2 0 1	1 2 2	18	-2 3 -1 -2	2 -1 -1 1 1 0	4 1 3
4	2 -1 -1 -2	1 -1 -1 1 1 0	1 1 2	19	-3 4 -2 -1	-1 1 1 0 -1 2	1 4 4
5	2 1 -1 -1	-1 2 1 -1 0 1	2 2 3	20	2 1 -1 -3	1 -1 1 1 0 1	2 4 2
6	1 2 -2 -1	1 -1 2 -1 0 1	1 4 4	21	1 2 3 2	2 3 3 1 1 -1	18 15 4
7	1 2 3 1	1 -2 -1 1 1 0	2 1 3	22	-2 5 3 1	-4 1 1 2 2 1	4 12 18
8	-1 5 3 -7	5 3 2 5	15 10	23	3 2 -1 3	-3 2 1 2 2 -1	6 14 8
9	8 -3 15 3	3 5 5 3	15 15	24	2 -1 -1 1	-1 1 1 -2 1 2	3 2 12
10	-3 4 2 -10	6 -5 2 5	30 15	25	-2 1 3 1	-1 1 1 1	2 4
11	1 2 -1 -1	-1 1 1 0 1 -1	1 3 1	26	2 -3 1 3	1 -1 1 2 -1 2	5 8 4

12	-1 5 -2 3	-1 -1 3 2	-1 6	27	-3 2 4 1	1 0 1 -1 1 1	5 4 7
13	10 -2 -14 6	3 2 -1 -2	6 -2	28	-3 1 5 1	2 -2 0 1 1 1	7 4 7
14	5 -1 -7 3	-1 -2 1 2 1 0	-2 6 3	29	1 2 3 1	2 -1 -1 1 1 0	1 3 1
15	-2 10 6 -14	2 3 -2 -1	6 -2	30	2 -1 -1 -2	1 -1 -2 -1 0 1	2 -2 4

9 ЗАВДАННЯ № 9

Зразок розв'язання задачі прийняття рішень в умовах ризику наведено в [1, с. 409-436], [3, с. 281-300].

№ 1. Фермер може вирощувати або кукурудзу, або соєві боби. Ймовірність того, що ціни на майбутній урожай цих культур підвищаться, залишаться на колишньому рівні або знизяться, дорівнює відповідно 0,25; 0,3 і 0,45. Якщо ціни зростуть, урожай культури дасть 30 тис. гривень чистого доходу, а урожай соєвих бобів – 20 тис. гривень. Якщо ціни залишаться незмінними, фермер лише покриє витрати. Але якщо ціни стануть нижчими, урожай кукурудзи і соєвих бобів призведе до втрат 35 тис. і 15 тис. гривень відповідно. Яку культуру слід вирощувати фермеру?

№ 2. Щоденний попит на хліб у кіоску може скласти 600, 800 або 1000 батонів. Директор кіоску щовечора робить замовлення на наступний день на одному із зазначених рівнів. Якщо він замовить більшу кількість хліба, чим зможе продати, то залишок він повертає на хлібокомбінат за ціною 1 грн. 30 копійок за батон. Директор

звернув увагу, що протягом останнього місяця денний попит на хліб 8 разів дорівнював 600 батонів, 15 разів – 800 батонів і 7 разів – 1000 батонів. Яку кількість хліба варто замовляти, якщо закупівельна ціна одного батона дорівнює 2 грн. 60 копійок, а роздрібна – 3 грн. 60 копійок?

№ 3. Видавець звернувся до відділу маркетингу, щоб з'ясувати передбачуваний попит на книгу. Дослідження відділу маркетингу показали:

Попит на книгу в найближчі 3 роки, прим.	2000	3000	4000	5000
Імовірність	0,1	0,5	0,2	0,2

Прибуток становить 9 у.о. за примірник. Якщо книга не продається, збитки складуть 4 у.о. за штуку. Якщо видавець не задовольняє попит, збитки складуть 1 у.о. за примірник (для підтримки репутації видавництва). Скільки примірників книги має бути видано в розрахунок на трирічний період?

№ 4. Молодий бізнесмен планує побудувати готель. До початку будівництва треба визначитися з кількістю місць. Представлені проекти передбачають наявність 20, 40 або 60 однотипних кімнат, кожна з яких буде здаватися за ціною 400 грн. за добу. За попередніми оцінками з імовірністю 0,2 готель не буде користуватись попитом, з імовірністю 0,4 буде заповнено 20 кімнат, з імовірністю 0,3 буде заповнено 40 кімнат і з імовірністю 0,1 – 60 кімнат. Визначити оптимальну кількість кімнат готелю на тримісячний строк, якщо вартість облаштування кожної кімнати складає 15 тис. грн.

№ 5. Магазин «Молоко» продає в роздріб молочні продукти. Директор магазину повинен визначити, скільки бідонів сметани слід закупити у виробника для торгівлі протягом тижня. Ймовірність того, що попит на сметану протягом тижня буде 7, 8, 9 або 10 бідонів, рівні відповідно 0,2; 0,2; 0,5 і 0,1. Покупка одного бідона сметани обходиться магазину в 700 грн., А продається сметана за ціною 1100 грн. за бідон. Якщо сметана не продається протягом тижня, вона псується, і магазин несе збитки. Скільки бідонів сметани бажано купувати для продажу?

№ 6. Адміністрації театру потрібно вирішити, скільки замовити програмок для вистав. Вартість замовлення 600 грн. плюс 1,5 грн. за одну програмку. Програмки продаються за ціною 3 грн. за штуку, і до

того ж дохід від реклами становитиме 1500 грн. З минулого досвіду відома відвідуваність вистави:

Відвідуваність	4000	4500	5000	5500	6000
Імовірність	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1

Очікується, що 40% глядачів куплять програмки. Скільки примірників повинна замовити адміністрація театру?

№ 7. Щоденний попит на булочки в продовольчому магазині складає 100, 120 або 130 штук з імовірностями 0,2; 0,3 і 0,5 відповідно. Власник магазину обмежений у виборі величини запасу одним із зазначених рівнів. Якщо він купує більше, ніж може продати, то повинен реалізувати надлишок зі знижкою в 0,55 гривень за кожну булочку. Знайдіть оптимальний рівень запасу, якщо булочка закупається за ціною 0,6 гривень, а продається за 1,05 гривень.

№ 8. Автор роману, який обіцяє бути популярним, може або самостійно надрукувати роман, або здати його у видавництво. Видавництво пропонує 20 тис. грн. за підписання контракту. Якщо роман буде користуватися попитом, буде продано 20 тис. прим., Інакше – 1,5 тис. Видавництво виплачує авторський гонорар у сумі 2 грн. за примірник. Існує 70%-а можливість того, що роман буде популярним. При самостійної друку роману, витрати складуть 90 тис. грн., але кожен проданий примірник принесе прибуток 10 грн. Чи слід автору прийняти пропозицію видавництва?

№ 9. Фірма може випускати продукцію одного з наступних шести видів: парасольки (П), куртки (К), плащі (Пл), сумки (С), туфлі (Т), капелюхи (Кап). Директор фірми повинен прийняти рішення, який з цих видів продукції випускати протягом майбутнього весняного сезону. Прибуток фірми залежить від того, якою буде весна – дощовою, теплою або помірною і визначається таблицею. Вибір якого варіанту виробництва буде оптимальним, якщо ймовірності дощової, теплої і помірної весни рівні відповідно 0,2 та 0,5 і 0,3?

	П	К	Пл	С	Т	Кап
Д	80	70	70	50	75	35
Т	60	40	50	50	50	75
П	40	80	60	70	50	60

№ 10. Невелика приватна фірма виробляє косметичну продукцію для підлітків. Протягом місяця реалізується 15, 16 або 17 упаковок товару. Від продажу кожної упаковки фірма отримує 75 грн.

прибутку. Косметика має малий термін придатності, тому, якщо упаковка не продана протягом місяця, вона повинна бути знищена. Виробництво однієї упаковки обходиться в 115 грн.. Ймовірності продати 15, 16 або 17 упаковок за місяць становлять відповідно 0,55; 0,1 і 0,35. Скільки упаковок косметики слід виробляти фірмі щомісяця? Яка очікувана вартісна цінність цього рішення?

№ 11. Виробник виготовляє партії деталей, що містять 8, 10, 12 або 14 % браку з ймовірностями 0,4; 0,3; 0,25 та 0,05 відповідно. Він пов'язаний контрактами зі споживачами А, В та С. В цих контрактах обумовлено наступне: відсоток браку для споживачів А, В, С не повинен перевищувати 8, 12 і 14 % відповідно. Якщо відсоток браку перевищує обумовлений, то штраф складає 100 у. од. за 1% перевищення. Який зі споживачів буде мати найбільший пріоритет при виконанні заказу, якщо партія виробів не перевіряється до відправлення, а виробництво партії деталей більш високої якості, ніж треба, призводить до додаткових витрат виробника в 50 у. од. за 1%?

№ 12. В новому житловому масиві створюється ательє для ремонту дрібної побутової техніки. Для спрощення будемо вважати, що кількість заявок на ремонт може складати 2; 4; 6 або 8 тисяч на рік з ймовірностями 0,15; 0,35; 0,3 та 0,2 відповідно. Накопичений досвід показує, що середній прибуток від ремонту одного виробу складає 9 у. од.; втрати, обумовлені відмовою в ремонті через недостатні потужності, оцінюються в 5 у. од., а втрати від простою спеціалістів та обладнання при відсутності заявок обходяться в 6 у. од. за кожний виріб. Якої потужності має бути ательє?

№ 13. Невелика хімічна фірма випускає дорогий промисловий розчинник, який швидко псується. Тому запаси розчинника не можна тримати більше місяця. Обсяги випуску продукції плануються на початку кожного місяця і під ці плани закуповується необхідна сировина. Витрати на сировину становлять 1500 у. од. за 1 тонну. Попит на розчинник відчуває значні коливання і за результатом аналізу попередніх місяців складає 10 тонн з імовірністю 0,3; 15 тонн з імовірністю 0,6 і 20 тонн з імовірністю 0,1. Скільки розчинника треба випускати фірмі, якщо його роздрібна ціна 2400 у. од. за 1 тонну?

№ 14. Невелика кав'ярня може реалізувати протягом дня 11, 12 або 13 коробок тістечок з ймовірностями 0,45; 0,35 і 0,2 відповідно. Крем на тістечках швидко псується, тому нереалізовані в попередню добу

тістечка наступного дня відвідувачам не пропонуються. Скільки коробок з тістечками має замовляти адміністрація кав'ярні, якщо витрачає на одну коробку 25 у. од., а продає її за 55 у. од.?

№ 15. Менеджер компанії з виробництва сирної пасти повинен вирішити, скільки ящиків пасти слід виробляти протягом місяця. Ймовірність того, що попит на сирну пасту протягом місяця буде 6; 7; 8 або 9 ящиків, дорівнює відповідно 0,1; 0,3; 0,5; 0,1. Витрати на виробництво одного ящика пасти становлять 9 тис. грн. Продається один ящик за ціною 19 тис. грн. Якщо сирна паста не продається протягом місяця, то вона псується і підлягає знищенню. Скільки ящиків слід виробляти протягом місяця?

№ 16. Фермер може вирощувати або кукурудзу, або соєві боби. Ймовірність того, що ціни на майбутній урожай цих культур підвищаться, залишаться на колишньому рівні або знизяться, дорівнює відповідно 0,2; 0,25 і 0,55. Якщо ціни зростуть, урожай культури дасть 35 тис. гривень чистого доходу, а урожай соєвих бобів – 15 тис. гривень. Якщо ціни залишаться незмінними, фермер лише покриє витрати. Але якщо ціни стануть нижчими, урожай кукурудзи і соєвих бобів призведе до втрат 45 тис. і 20 тис. гривень відповідно. Яку культуру слід вирощувати фермеру?

№ 17. Щоденний попит на хліб у кіоску може скласти 500, 700 або 900 батонів. Директор кіоску щовечора робить замовлення на наступний день на одному із зазначених рівнів. Якщо він замовить більшу кількість хліба, чим зможе продати, то залишок він повертає на хлібокомбінат за ціною 2 грн. за батон. Директор звернув увагу, що протягом останнього місяця денний попит на хліб 9 разів дорівнював 500 батонів, 14 разів – 700 батонів і 7 разів – 900 батонів. Яку кількість хліба варто замовляти, якщо закупівельна ціна одного батона дорівнює 3 грн. 10 копійок, а роздрібна – 4 грн. 50 копійок?

№ 18. Видавець звернувся до відділу маркетингу, щоб з'ясувати передбачуваний попит на книгу. Дослідження відділу маркетингу показали:

Попит на книгу в найближчі 3 роки, прим.	3000	5000	7000	10000
Ймовірність	0,2	0,4	0,3	0,1

Прибуток становить 11 у.о. за примірник. Якщо книга не продається, збитки складуть 5 у.о. за штуку. Якщо видавець не

задовольняє попит, збитки складуть 2 у.о. за примірник (для підтримки репутації видавництва). Скільки примірників книги має бути видано в розрахунок на трирічний період?

№ 19. Молодий бізнесмен планує побудувати готель. До початку будівництва треба визначитися з кількістю місць. Представлені проекти передбачають наявність 30, 40 або 50 однотипних кімнат, кожна з яких буде здаватися за ціною 420 грн. за добу. За попередніми оцінками з імовірністю 0,15 готель не буде користуватись попитом, з імовірністю 0,35 буде заповнено 30 кімнат, з імовірністю 0,3 буде заповнено 40 кімнат і з імовірністю 0,2 – 50 кімнат. Визначити оптимальну кількість кімнат готелю на тримісячний строк, якщо вартість облаштування кожної кімнати складає 20 тис. грн.

№ 20. Магазин «Молоко» продає в роздріб молочні продукти. Директор магазину повинен визначити, скільки бідонів сметани слід закупити у виробника для торгівлі протягом тижня. Ймовірність того, що попит на сметану протягом тижня буде 8, 9, 10 або 11 бідонів, рівні відповідно 0,15; 0,25; 0,4 і 0,2. Покупка одного бідона сметани обходиться магазину в 800 грн., а продається сметана за ціною 1200 грн. за бідон. Якщо сметана не продається протягом тижня, вона псується, і магазин несе збитки. Скільки бідонів сметани бажано купувати для продажу?

№ 21. Адміністрації театру потрібно вирішити, скільки замовити програмок для вистав. Вартість замовлення 700 грн. плюс 2 грн. за одну програмку. Програмки продаються за ціною 3,5 грн. за штуку, і до того ж дохід від реклами становитиме 2000 грн. З минулого досвіду відома відвідуваність вистави:

Відвідуваність	3000	3500	4000	4500	5000
Імовірність	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Очікується, що 45% глядачів куплять програмки. Скільки примірників повинна замовити адміністрація театру?

№ 22. Щоденний попит на булочки в продовольчому магазині складає 150, 180 або 200 штук з імовірностями 0,25; 0,35 і 0,4 відповідно. Власник магазину обмежений у виборі величини запасу одним із зазначених рівнів. Якщо він купує більше, ніж може продати, то повинен реалізувати надлишок зі знижкою в 0,5 гривень за кожну булочку. Знайдіть оптимальний рівень запасу, якщо булочка закуповується за ціною 1,05 гривень, а продається за 2 гривні.

№ 23. Автор роману, який обіцяє бути популярним, може або самостійно надрукувати роман, або здати його у видавництво. Видавництво пропонує 30 тис. грн. за підписання контракту. Якщо роман буде користуватися попитом, буде продано 10 тис. прим., Інакше – 1 тис. Видавництво виплачує авторський гонорар у сумі 1 грн. за примірник. Існує 60%-а можливість того, що роман буде популярним. При самостійній друку роману, витрати складуть 80 тис. грн., але кожен проданий примірник принесе прибуток 6 грн. Чи слід автору прийняти пропозицію видавництва?

№ 24. Фірма може випустити продукцію одного з наступних шести видів: парасольки (П), куртки (К), плащі (Пл), сумки (С), туфлі (Т), капелюхи (Кап). Директор фірми повинен прийняти рішення, який з цих видів продукції випустити протягом майбутнього весняного сезону. Прибуток фірми залежить від того, якою буде весна – дощовою, теплою або помірною і визначається таблицею. Вибір якого варіанту виробництва буде оптимальним, якщо ймовірності дощової, теплої і помірної весни рівні відповідно 0,22 та 0,45 і 0,33?

	П	К	Пл	С	Т	Кап
Д	70	65	60	50	65	45
Т	65	50	50	40	40	65
П	45	80	60	60	40	50

№ 25. Невелика приватна фірма виробляє косметичну продукцію для підлітків. Протягом місяця реалізується 17, 18 або 19 упаковок товару. Від продажу кожної упаковки фірма отримує 80 грн. прибутку. Косметика має малий термін придатності, тому, якщо упаковка не продана протягом місяця, вона повинна бути знищена. Виробництво однієї упаковки обходиться в 120 грн.. Ймовірності продати 17, 18 або 19 упаковок за місяць становлять відповідно 0,5; 0,2 і 0,3. Скільки упаковок косметики слід виробляти фірмі щомісяця?

№ 26. Виробник виготовляє партії деталей, що містять 10, 12, 14 або 16 % браку з ймовірностями 0,3; 0,4; 0,2 та 0,1 відповідно. Він пов'язаний контрактами зі споживачами А, В та С. В цих контрактах обумовлено наступне: відсоток браку для споживачів А, В, С не повинен перевищувати 12, 14 і 16 % відповідно. Якщо відсоток браку перевищує обумовлений, то штраф складає 200 у. од. за 1% перевищення. Який зі споживачів буде мати найбільший пріоритет при виконанні заказу, якщо партія виробів не перевіряється до

відправлення, а виробництво партії деталей більш високої якості, ніж треба, призводить до додаткових витрат виробника в 75 у. од. за 1%?

№ 27. В новому житловому масиві створюється ательє для ремонту дрібної побутової техніки. Для спрощення будемо вважати, що кількість заявок на ремонт може складати 4; 6; 8 або 10 тисяч на рік з ймовірностями 0,1; 0,4; 0,35 та 0,15 відповідно. Накопичений досвід показує, що середній прибуток від ремонту одного виробу складає 10 у. од.; втрати, обумовлені відмовою в ремонті через недостатні потужності, оцінюються в 6 у. од., а втрати від простою спеціалістів та обладнання при відсутності заявок обходяться в 7 у. од. за кожний виріб. Якої потужності має бути ательє?

№ 28. Невелика хімічна фірма випускає дорогий промисловий розчинник, який швидко псується. Тому запаси розчинника не можна тримати більше місяця. Обсяги випуску продукції плануються на початку кожного місяця і під ці плани закуповується необхідна сировина. Витрати на сировину становлять 2500 у. од. за 1 тону. Попит на розчинник відчуває значні коливання і за результатом аналізу попередніх місяців складає 15 тонн з імовірністю 0,35; 20 тонн з імовірністю 0,5 і 25 тонн з імовірністю 0,15. Скільки розчинника треба випускати фірмі, якщо його роздрібна ціна 3500 у. од. за 1 тону?

№ 29. Невелика кав'ярня може реалізувати протягом дня 15, 16 або 17 коробок тістечок з ймовірностями 0,5; 0,3 і 0,2 відповідно. Крем на тістечках швидко псується, тому нереалізовані в попередню добу тістечка наступного дня відвідувачам не пропонуються. Скільки коробок з тістечками має замовляти адміністрація кав'ярні, якщо витрачає на одну коробку 35 у. од., а продає її за 65 у. од.?

№ 30. Менеджер компанії з виробництва сирної пасти повинен вирішити, скільки ящиків пасти слід виробляти протягом місяця. Ймовірність того, що попит на сирну пасту протягом місяця буде 7; 8; 9 або 10 ящиків, дорівнює відповідно 0,15; 0,35; 0,4; 0,1. Витрати на виробництво одного ящика пасти становлять 11 тис. грн. Продається один ящик за ціною 18 тис. грн. Якщо сирна паста не продається протягом місяця, то вона псується і підлягає знищенню. Скільки ящиків слід виробляти протягом місяця?

10 ЗАВДАННЯ № 10

За зиму споживання мазуту на ТЕЦ у залежності від погоди (м'яка, звичайна або холодна) складає b_1 , b_2 чи b_3 вагових одиниць за ціною 2 у. од. Якщо для забезпечення заданої температури теплоносія об'єму запасеного мазуту виявиться недостатньо, то можна закупити відсутню кількість мазуту в опалювальний сезон, що додасть додаткових витрат у розмірі c одиниць на одиницю ваги мазуту. Якщо ж запас мазуту перевищить потреби, то додаткові витрати на утримування і збереження залишку складуть d одиниць на одиницю ваги мазуту. Використовуючи усі вивчені критерії, з'ясувати оптимальний рівень запасу мазуту, при якому загальні витрати на придбання, утримування і збереження мазуту будуть мінімальними (a – параметр для критерію Гурвіца).

Зразок розв'язання задачі прийняття рішень за умови невизначеності наведено в [2, с. 297-303], [3, с. 300-309].

№ 1. Дано: $b_1 = 20$, $b_2 = 22$, $b_3 = 24$, $c = 3$, $d = 2$, $a = 0.6$

№ 2. Дано: $b_1 = 7$, $b_2 = 8$, $b_3 = 9$, $c = 4$, $d = 2$, $a = 0.8$

№ 3. Дано: $b_1 = 11$, $b_2 = 12$, $b_3 = 13$, $c = 5$, $d = 3$, $a = 0.7$

№ 4. Дано: $b_1 = 14$, $b_2 = 16$, $b_3 = 18$, $c = 7$, $d = 3$, $a = 0.8$

№ 5. Дано: $b_1 = 17$, $b_2 = 19$, $b_3 = 21$, $c = 8$, $d = 4$, $a = 0.9$

№ 6. Дано: $b_1 = 10$, $b_2 = 12$, $b_3 = 14$, $c = 9$, $d = 5$, $a = 0.6$

№ 7. Дано: $b_1 = 13$, $b_2 = 15$, $b_3 = 17$, $c = 11$, $d = 5$, $a = 0.7$

№ 8. Дано: $b_1 = 19$, $b_2 = 20$, $b_3 = 21$, $c = 4$, $d = 2$, $a = 0.6$

№ 9. Дано: $b_1 = 30$, $b_2 = 32$, $b_3 = 34$, $c = 5$, $d = 3$, $a = 0.8$

№ 10. Дано: $b_1 = 12$, $b_2 = 14$, $b_3 = 16$, $c = 4$, $d = 1$, $a = 0.7$

№ 11. Дано: $b_1 = 20$, $b_2 = 22$, $b_3 = 24$, $c = 3$, $d = 2$, $a = 0.6$

№ 12. Дано: $b_1 = 7$, $b_2 = 8$, $b_3 = 9$, $c = 4$, $d = 2$, $a = 0.8$

№ 13. Дано: $b_1 = 11$, $b_2 = 12$, $b_3 = 13$, $c = 5$, $d = 3$, $a = 0.7$

№ 14. Дано: $b_1 = 14$, $b_2 = 16$, $b_3 = 18$, $c = 7$, $d = 3$, $a = 0.8$

№ 15. Дано: $b_1 = 17$, $b_2 = 19$, $b_3 = 21$, $c = 8$, $d = 4$, $a = 0.9$

№ 16. Дано: $b_1 = 10$, $b_2 = 12$, $b_3 = 14$, $c = 9$, $d = 5$, $a = 0.6$

№ 17. Дано: $b_1 = 13$, $b_2 = 15$, $b_3 = 17$, $c = 11$, $d = 5$, $a = 0.7$

№ 18. Дано: $b_1 = 19$, $b_2 = 20$, $b_3 = 21$, $c = 4$, $d = 2$, $a = 0.6$

№ 19. Дано: $b_1 = 30$, $b_2 = 32$, $b_3 = 34$, $c = 5$, $d = 3$, $a = 0.8$

№ 20. Дано: $b_1 = 12$, $b_2 = 14$, $b_3 = 16$, $c = 4$, $d = 1$, $a = 0.7$

№ 21. Дано: $b_1 = 20$, $b_2 = 22$, $b_3 = 24$, $c = 3$, $d = 2$, $a = 0.6$

№ 22. Дано: $b_1 = 7$, $b_2 = 8$, $b_3 = 9$, $c = 4$, $d = 2$, $a = 0.8$

№ 23. Дано: $b_1 = 11$, $b_2 = 12$, $b_3 = 13$, $c = 5$, $d = 3$, $a = 0.7$

№ 24. Дано: $b_1 = 14$, $b_2 = 16$, $b_3 = 18$, $c = 7$, $d = 3$, $a = 0.8$

№ 25. Дано: $b_1 = 17$, $b_2 = 19$, $b_3 = 21$, $c = 8$, $d = 4$, $a = 0.9$

№ 26. Дано: $b_1 = 10$, $b_2 = 12$, $b_3 = 14$, $c = 9$, $d = 5$, $a = 0.6$

№ 27. Дано: $b_1 = 13$, $b_2 = 15$, $b_3 = 17$, $c = 11$, $d = 5$, $a = 0.7$

№ 28. Дано: $b_1 = 19$, $b_2 = 20$, $b_3 = 21$, $c = 4$, $d = 2$, $a = 0.6$

№ 29. Дано: $b_1 = 30$, $b_2 = 32$, $b_3 = 34$, $c = 5$, $d = 3$, $a = 0.8$

№ 30. Дано: $b_1 = 12$, $b_2 = 14$, $b_3 = 16$, $c = 4$, $d = 1$, $a = 0.7$

11 ЗАВДАННЯ № 11

Служба маркетингу, проаналізувавши можливості двох однопрофільних фабрик по виробництву і збуту однакового товару,

побудувала платіжну матрицю C , де c_{ij} – прибуток фабрики A (збиток фабрики B). Які дії фабрик будуть найбільш доцільними? Варіанти матриці C наведено нижче.

Приклад розв'язання задачі теорії ігор наведено в [2, с. 314-324].

$$\text{№ 1. а) } \begin{pmatrix} -2 & 2 & -1 & 5 \\ 4 & 3 & 2 & 2 \\ 6 & 1 & 0 & -3 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 1 & -2 & 2 & -1 \\ -1 & 1 & 3 & 2 \\ 2 & 0 & 4 & -1 \\ 2 & -1 & 3 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 2. а) } \begin{pmatrix} 2 & 10 & 3 & 14 & 5 \\ 8 & 9 & 5 & 6 & 7 \\ 10 & 8 & 4 & 8 & 12 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} -1 & 1 & 4 & 2 \\ -1 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & -2 & 2 & -2 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 3. а) } \begin{pmatrix} 8 & 6 & 2 & 8 \\ 8 & 9 & 4 & 5 \\ 7 & 5 & 3 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 4 & 0 & 5 & -3 \\ 3 & 3 & -1 & 0 \\ 6 & 4 & -1 & 0 \\ 5 & 0 & 9 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 4. а) } \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & -1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 4 & 2 & -1 & 5 \\ 3 & 1 & -1 & 3 \\ -2 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 2 & -2 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 5. а) } \begin{pmatrix} 0,5 & 0,6 & 0,8 \\ 0,9 & 0,7 & 0,8 \\ 0,7 & 0,6 & 0,6 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 2 & 3 & 6 & 5 \\ 1 & -2 & 7 & 3 \\ 5 & 4 & 3 & 0 \\ 1 & 1 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 6. a)} \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 6 & 7 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 0 & 4 & -1 & 0 \\ 1 & 5 & -1 & 0 \\ 0 & 10 & 7 & 3 \\ -2 & 8 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 7. a)} \begin{pmatrix} 5 & 6 & 8 \\ 9 & 7 & 8 \\ 7 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 & 0 \\ 2 & 4 & -1 & 5 \\ 5 & 7 & -4 & 3 \\ 3 & 6 & -4 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 8. a)} \begin{pmatrix} 8 & 4 & 7 \\ 6 & 5 & 9 \\ 7 & 7 & 8 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 3 & 3 & 6 & 8 \\ 9 & 10 & 4 & 2 \\ 7 & 7 & 5 & 4 \\ 7 & 9 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 9. a)} \begin{pmatrix} 4 & -5 & -4 & 6 \\ -5 & -6 & -7 & -1 \\ 5 & 10 & -3 & 5 \\ 7 & 2 & -10 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 7 & 0 & 5 & 1 \\ -1 & 2 & 5 & 0 \\ 8 & 0 & 8 & 2 \\ 6 & -3 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 10. a)} \begin{pmatrix} 4 & 9 & 5 & 3 \\ 7 & 8 & 6 & 9 \\ 7 & 4 & 2 & 6 \\ 8 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 5 & 0 & 2 & -2 \\ 6 & 0 & 3 & -1 \\ 3 & 1 & -2 & 4 \\ 2 & 1 & -1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 11. a)} \begin{pmatrix} 2 & -3 & 5 \\ 4 & -2 & 3 \\ 6 & -1 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 3 & -2 & 5 & -1 \\ 4 & 0 & 6 & 1 \\ 2 & -1 & 3 & 2 \\ 1 & 3 & 7 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 12. a)} \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 & 7 & 9 \\ 3 & 4 & 6 & 5 & 6 \\ 7 & 6 & 10 & 8 & 11 \\ 8 & 5 & 4 & 7 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} -3 & 2 & 10 & 7 \\ -3 & 1 & 6 & 3 \\ 2 & -2 & 5 & -3 \\ 2 & -2 & 3 & -4 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 13. a)} \begin{pmatrix} 6 & 3 & 8 & 5 & 9 \\ 6 & 5 & 7 & 6 & 6 \\ 2 & 1 & 5 & 4 & 7 \\ 4 & 4 & 3 & 8 & 8 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 8 & 9 & 9 & 4 \\ 6 & 5 & 8 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \\ 6 & 7 & 8 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 14. a)} \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 4 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -3 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 2 & 5 & 3 & 3 \\ 6 & 4 & 5 & 7 \\ 3 & 7 & 6 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 15. a)} \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 2 & 4 & -1 \\ 5 & 7 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \\ 2 & 4 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 16. a)} \begin{pmatrix} 4 & 8 & -2 & -3 \\ 5 & 9 & 1 & 2 \\ 5 & -8 & -3 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 4 \\ 4 & 2 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 17. a)} \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 6 \\ 4 & 3 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 3 \\ 0 & 2 & -1 & 5 \\ 1 & -1 & 2 & 8 \\ 1 & -1 & 1 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 18. a) } \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 & 4 \\ 3 & 2 & 4 & 10 \\ 4 & -1 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 4 & 2 & 0 & 1 \\ 8 & -2 & 2 & -1 \\ 5 & 6 & 0 & 2 \\ 7 & -2 & 1 & -2 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 19. a) } \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 5 & 2 & 4 \\ 7 & 8 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 3 & 6 & 0 & -2 \\ -1 & 5 & 0 & 2 \\ 8 & 8 & 2 & 0 \\ 5 & 4 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 20. a) } \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 3 & 2 & 4 \\ 4 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 5 & 2 & 8 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 12 \\ 8 & 5 & 3 & 10 \\ 1 & 4 & 2 & 8 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 21. a) } \begin{pmatrix} 8 & 5 & 7 \\ 9 & 3 & 5 \\ 2 & 0 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 7 & 6 & 7 & 5 \\ 6 & 7 & 9 & 8 \\ 5 & 8 & 4 & 6 \\ 5 & 7 & 3 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 22. a) } \begin{pmatrix} 2 & 10 & 5 \\ 3 & 4 & 9 \\ -5 & 3 & -2 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 6 & 5 & 7 & 10 \\ 7 & 2 & 6 & 4 \\ 2 & 0 & 6 & 8 \\ 9 & 7 & 10 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 23. a) } \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 5 & 4 & 9 \\ 7 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 11 & 2 & 8 & 8 \\ 5 & 6 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 6 & 3 \\ 7 & 0 & 14 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 24. a) } \begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 \\ 10 & 7 & 6 \\ 4 & 8 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 & -1 \\ 6 & 2 & 0 & -5 \\ 7 & 3 & 1 & 0 \\ 5 & -1 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 25. a) } \begin{pmatrix} 2 & 1 & 6 & 9 \\ 4 & 7 & 5 & 5 \\ 3 & 6 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} -1 & 7 & 5 & 1 \\ 3 & -3 & 6 & 0 \\ 3 & -1 & 7 & 0 \\ -2 & 5 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 26. a) } \begin{pmatrix} 5 & 7 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 4 & 7 \\ 3 & 9 & 6 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & 1 \\ 5 & 2 & 0 & 3 \\ 0 & 3 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 27. a) } \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ -1 & 5 & 4 \\ 0 & -1 & 9 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 2 & 6 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 6 & 2 \\ 7 & 2 & 1 & 3 \\ 2 & 5 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 28. a) } \begin{pmatrix} 1 & -1 & 4 \\ 5 & 3 & -2 \\ 8 & 7 & 8 \\ -3 & 2 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & -2 \\ -1 & 0 & 7 & 1 \\ 5 & 2 & 5 & 0 \\ 2 & 1 & 4 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 29. a) } \begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 6 & 4 & 8 \\ 1 & 3 & -2 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 5 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 1 \\ 3 & 4 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{№ 30. а) } \begin{pmatrix} 7 & 5 & 3 & 2 \\ 3 & 9 & 4 & 8 \\ 6 & 10 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 4 & 1 & -3 & -1 \\ 5 & -1 & 4 & 1 \\ 7 & 2 & -2 & -1 \\ 6 & -1 & 6 & 2 \end{pmatrix}$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: модели, задачи, решения: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2003.
2. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. – М.: ФиС, 2001.
3. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций: Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000.
4. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособ. – М.: Высш. школа, 1979.
5. Костюкова О.И. Исследование операций. – Мн.: БГУИР, 2003.
6. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие / Под ред Н.Ш. Кремера. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999.
7. Лежнев А.В. Динамическое программирование в экономических задачах. – М.: Бинум, Лаборатория знаний, 2010.
8. Монахов А. В. Математические метода анализа экономики: Учеб. пособие. – СПб, изд-во "Питер", 2002.
9. Таха, ХЭмди А. Введение в исследование операций. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. Шикин Е.В., Шикина Г.Е. Исследование операций: учеб. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006.
10. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997.