

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ НАУКОВО- ТЕХНІЧНИМИ ПРОЕКТАМИ

Методичні вказівки до проведення практичних занять
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
денної і заочної форм здобуття освіти за спеціальністю
G3 «Електрична інженерія»

Електроний ресурс

Харків - 2026

Рецензенти:

Ю. С. Олійник - кандидат педагогічних наук, доцент кафедри електротехніки та електроенергетики навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»;

О. Б. Єгоров - кандидат. технічних наук, доцент кафедри альтернативної електроенергетики та електротехніки ХНУМГ ім. О. Бекетова

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням
Науково-методичної ради Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 7 від 28 лютого 2026 року)*

П 50

Планування та управління енергетичними науково-технічними проектами : методичні вказівки до проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної і заочної форм здобуття освіти за спеціальністю G3 «Електрична інженерія» {Електронний ресурс}/ уклад.: М.П.Буданов. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2026. – (PDF 43 с.).

В методичних рекомендаціях наведені завдання до практичних завдань з дисципліни для здобувачів денної та заочної форми навчання, викладені методичні вказівки до виконання завдань, а також приклади розрахунків окремих частин завдання.

В додатках наведені довідкові матеріали, які необхідні для виконання практичних завдань.

Видання призначене здобувачам вищої освіти освітнього ступеню «магістр» денної та заочної форм здобуття освіти за спеціальністю G3 «Електрична інженерія»

УДК 378.091.313

© Харківський національний
університет
імені В. Н. Каразіна, 2026
© Буданов М.П.
уклад., 2026

ЗМІСТ

Вступ	4
Практичне завдання 1 «Аналіз і прийняття управлінських рішень в умовах ризику при управлінні проєктами»	6
Практичне завдання 2 «Розрахунок обсягу робіт при реалізації проєкту за заданими економічними показниками ефективності»	13
Практичне завдання 3 «Моделі й механізми фінансування проєктів»	18
Практичне завдання 4 «Оптимізація черговості реалізації проєктів при лінійній залежності тривалості проєкту від вартості»	24
Практичне завдання 5 «Оптимізація черговості реалізації проєктів при ступеневій залежності тривалості проєкту від вартості»	29
Практичне завдання 6 «Сітьове планування»	33
Список використаних джерел	43

ВСТУП

Термін «проект» не є новим для вітчизняної економіки. Під «проектом» було прийнято розуміти документально оформлений план споруди (конструкції). В англomовній економічній літературі це поняття прийнято позначати терміном «design». Перехід до ринкових відносин привніс в економічне життя безліч нових термінів і понять. Термін «проект» також одержав більш широке тлумачення і за своїм змістом наблизився до англійського «project», що охоплює весь процес від появи ідеї, її розробки, реалізації до одержання результату.

Проекти мають наступні ознаки:

1. Мету – одержати конкретний кінцевий результат або продукт;
2. Установлені терміни початку і завершення – дата початку проекту і його завершення;
3. Визначені ресурси – трудові, фінансові, устаткування та інформація.

Проекти можуть відрізнятися за обсягом, змістом і формами.

Як і будь-які універсальні засоби, методи управління проектами розраховані перш за все на деякий опосередкований, «нормальний» проект. Кожен конкретний проект відрізняють чотири основні фактори (класифікаційні ознаки):

- масштаб (розмір) проекту;
- строк реалізації;
- якість;
- обмеженість у ресурсах.

Кожен проект незалежно від його складності й обсягу робіт, які необхідні для його реалізації, проходить у своєму розвитку декілька стадій від коли «проекту ще немає», до стадії, коли «проекту вже немає».

Під початком проекту розуміється:

- момент зародження ідеї проекту;
- початок реалізації проекту, або початок вкладання грошових коштів у його здійснення.

Завершенням проекту може бути:

- закінчення робіт над його реалізацією, тобто ввід проекту в дію;
- переведення персоналу, який працює на проектом, на іншу роботу;
- досягнення проектом відповідних результатів;
- завершення фінансування проекту;
- початок робіт щодо внесення серйозних змін, які були не передбачені;
- вивід об'єктів проекту з експлуатації (ліквідація).

Проекти можна класифікувати:

- 1) за рівнем (проект, програма, система);
- 2) за масштабом (малий, середній, мегапроект);
- 3) за складністю (простий, організаційно-складний, технічно-складний, ресурсно-складний, комплексно-складний);
- 4) за строками реалізації (короткостроковий, середній, мегапроект);

5) за вимогами до якості й засобів забезпечення (бездефектний, модульний, стандартний);

6) за вимогами щодо обмеженості ресурсів сукупності проєктів (мультипроєкт, монопроєкт);

7) за характером проєкту / рівнем учасників (міжнародний, вітчизняний);

8) за характером цільового завдання проєкту (антикризовий, маркетинговий, освітній, реформування/реструктуризація, інноваційний, надзвичайний);

9) за головною причиною початку проєкту (можливості, що відкрилися, надзвичайна ситуація, необхідність структурно-функціональних перетворень, реорганізація, реструктуризація, реінжиніринг).

Термін часу між моментом появи ідеї проєкту та моментом його ліквідації є життєвим циклом проєкту (проєктним циклом). Життєвий цикл проєкту є вихідним поняттям для дослідження проблем фінансування робіт з проєкту та прийняття відповідних рішень.

Стани, які проходить проєкт, називаються фазами (етапами, стадіями) проєкту.

Управління проєктом – це мистецтво керування і координації людськими й матеріальними ресурсами протягом життєвого циклу проєкту шляхом застосування системи сучасних методів і техніки управління для досягнення визначених у проєкті результатів щодо складу й обсягу робіт, вартості, часу, якості та задоволення учасників проєкту.

Управління проєктом припускає три основних види діяльності:

1. Планування:

- ☐ визначення бажаних результатів проєкту;
- ☐ розробка графіка виконання робіт;
- ☐ розрахунок кількості необхідних ресурсів.

2. Управління:

- ☐ перерозподіл робіт і призначень;
- ☐ керівництво роботами і контроль результатів;
- ☐ вирішення проблем, що виникають;
- ☐ обмін інформацією із зацікавленими особами.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 1

Аналіз і прийняття управлінських рішень в умовах ризику при управлінні проєктами

Мета роботи: вивчити основні методи аналізу і прийняття управлінських рішень в умовах ризику при управлінні проєктами.

Теоретичні відомості

Ризик у контексті проєкту розглядається як вплив на проєкт і його елементи непередбачених подій, що можуть завдати певної шкоди і перешкоджати досягненню мети проєкту. Ризик проєкту характеризується трьома факторами:

- подіями, що негативно впливають на проєкт;
- імовірністю появи таких подій;
- оцінкою збитку, нанесеного проєктові такими подіями.

Управління ризиком – це мистецтво і формальні методи визначення, аналізу, оцінки, попередження виникнення, вживання заходів щодо зниження ступеня ризику протягом життя проєкту.

Управління ризиком застосовують в тих випадках, коли ступінь ризику в проєкті досить високий. У цьому разі користуються вірогідностним підходом, що припускає прогнозування можливих наслідків і присвоєння їм ймовірностей.

При цьому користуються:

- відомими, типовими ситуаціями (наприклад, імовірність появи герба при киданні монети дорівнює 0,5);
- попередніми розподілами ймовірностей (наприклад, з вибірових обстежень або статистично попередніх періодів відома імовірність появи бракованої деталі);
- суб'єктивними оцінками, зробленими аналітиком самостійно або при залученні групи експертів.

Приклад

Існують два проєкти фінансування з однаковою прогновною сумою капітальних вкладень. Величина планованого доходу в кожному випадку не визначена і наведена у вигляді розподілу ймовірностей (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Порівнювальні проєкти

Проект А		Проект Б	
Прибуток	Імовірність	Прибуток	Імовірність
3000	0,10	2000	0,10
3500	0,20	3000	0,20
4000	0,40	4000	0,35
4500	0,20	5000	0,25
5000	0,10	8000	0,10

Тоді математичне очікування доходу для розглянутих випадків буде відповідно дорівнювати:

$$m_A = 0,10 \cdot 3000 + \dots + 0,10 \cdot 5000 = 4000; \quad (1.1)$$

$$m_B = 0,10 \cdot 2000 + \dots + 0,10 \cdot 8000 = 4250. \quad (1.2)$$

Таким чином, проєкт В є більш вигідним. Однак слід відзначити, що цей проєкт є і більш ризикованим, оскільки має велику варіацію в порівнянні з проєктом А (розмах варіації проєкту А = 5000 – 3000 = 2000, проєкту В = 8000 – 2000 = 4000).

Завдання

Таблиця 1.2 - Задання

№ варіанта	Проекти				
1	1	3	7	10	16
2	6	11	13	17	20
3	4	9	11	15	18
4	3	8	10	14	17
5	5	7	11	14	20
6	1	4	10	15	17
7	5	10	12	16	19
8	2	7	9	13	16
9	3	9	14	16	20
10	1	5	8	14	19
11	2	4	8	11	17
12	3	6	12	17	19
13	2	5	11	16	18
14	1	7	12	14	18
15	4	6	10	13	19
16	1	6	8	12	15
17	3	5	9	12	18
18	4	7	13	18	20
13	2	6	9	15	20
20	2	8	13	15	19

Характеристика проєктів до варіантів завдання

Таблиця 1.3 – Характеристика проєктів до варіантів завдання

№ варіанта	Прибуток	Імовірність
1	2	3
1	1260	0,10
	1280	0,12
	1300	0,15
	1310	0,14
	1330	0,11
2	4100	0,12
	4180	0,15
	4220	0,30
	4240	0,20
	4280	0,14
3	3400	0,10
	3450	0,20
	3500	0,35
	3550	0,25
	3370	0,10
4	3250	0,15
	3280	0,25
	3320	0,40
	3350	0,28
	3370	0,18
5	4220	0,10
	4240	0,20
	4270	0,40
	4300	0,25
	4320	0,15
6	2830	0,14
	2850	0,22
	2880	0,45
	2910	0,20
	2930	0,10
7	1820	0,10
	1840	0,18
	1860	0,25
	1890	0,20
	1910	0,15
8	3890	0,13
	3930	0,28
	3960	0,44
	3990	0,22
	4010	0,10

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
9	2510	0,10
	2550	0,22
	2600	0,38
	2630	0,28
	2670	0,16
10	4810	0,10
	4830	0,18
	4850	0,35
	4880	0,25
	4900	0,16
11	1550	0,15
	1600	0,25
	1640	0,48
	1680	0,22
	1730	0,14
12	3010	0,10
	3020	0,15
	3040	0,30
	3050	0,20
	3070	0,16
13	2170	0,10
	2190	0,22
	2210	0,48
	2230	0,20
	2250	0,16
14	4550	0,15
	4580	0,20
	4620	0,40
	4650	0,25
	4680	0,10
15	4300	0,12
	4320	0,22
	4350	0,45
	4390	0,25
	4410	0,15
16	2000	0,10
	2030	0,18
	2050	0,36
	2070	0,28
	2100	0,16
17	5100	0,15
	5120	0,25
	5150	0,45
	5170	0,27
	5190	0,20

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
18	1330	0,12
	1360	0,20
	1390	0,40
	1410	0,25
	1440	0,13
19	4690	0,11
	4720	0,24
	4750	0,44
	4780	0,26
	4800	0,11
20	2420	0,10
	2440	0,20
	2460	0,35
	2480	0,25
	2500	0,15

Побудова дерева рішень

Менеджеру проєкту потрібно прийняти рішення про доцільність реалізації проєкту А або проєкту Б (табл. 1.4). Проєкт Б більш економічний, що забезпечує більший дохід в одиницю часу, разом з тим, він більш дорогий і вимагає великих витрат.

Таблиця 1.4 - Доцільність реалізації проєкту

Проєкт	Постійні витрати	Дохід в од. часу
А	15000	20
Б	21000	24

Керуючий оцінює можливі варіанти попиту на продукцію і відповідні імовірності в такий спосіб:

$$x_1 = 1200 \text{ одиниць з імовірністю } 0,4$$

$$x_2 = 2000 \text{ одиниць з імовірністю } 0,6.$$

Оцінка математичного чекання можливого доходу.

$$mA = (20 \cdot 1200 - 15000) \cdot 0,4 + (20 \cdot 2000 - 15000) \cdot 0,6 = 18600$$

$$mB = (24 \cdot 1200 - 21000) \cdot 0,4 + (24 \cdot 2000 - 21000) \cdot 0,6 = 19320.$$

У такий спосіб варіант реалізації проєкту Б більш економічно доцільний.

Характеристика проєктів до варіантів завдання

Таблиця 1.5 – Характеристика проєктів до варіантів завдання

№	Витрати	Доход в од. часу	Попит	Імовірність попиту
1	2	3	4	5
1	12820	18	1150 1800	0,30 0,50
2	25000	20	1800 2250	0,50 0,70
3	18280	25	1250 2120	0,40 0,65
4	15210	15	1500 2000	0,2 0,5
5	20200	16	1820 2180	0,3 0,6
6	11080	20	1210 1540	0,25 0,5
7	15190	18	1390 1910	0,35 0,65
8	22030	19	1980 2520	0,25 0,60
9	10620	22	1090 1510	0,45 0,65
10	23800	18	1800 2170	0,25 0,45
11	16880	15	1150 1620	0,20 0,40
12	18080	12	1570 1860	0,35 0,70
13	20070	13	1890 2550	0,40 0,65
14	13470	21	1320 1530	0,20 0,60
15	19100	17	1100 1590	0,35 0,50
16	19960	16	1370 1990	0,40 0,55
17	22700	19	1710 2090	0,30 0,60
18	17560	21	1590 2060	0,40 0,60
1	2	3	4	5

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
19	11670	14	1750 2110	0,45 0,65
20	21530	15	1220 1900	0,35 0,70

Контрольні запитання

1. Дайте визначення ризику.
2. Перелічіть фактори, що характеризують ризик.
3. Наведіть аспекти, що включають в себе управління ризиком.
4. Назвіть випадки, коли застосовують управління ризиком.
5. Чим користуються при аналізі й управлінні ризиком?
6. Наведіть алгоритм прийняття управлінських рішень в умовах ризику.
7. Наведіть основні етапи побудови дерева рішень.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 2

Розрахунок обсягу робіт при реалізації проєкту за заданими економічними показниками ефективності

Мета роботи: вивчення формалізованих моделей управління організацією, одержання навичок з розрахунку обсягів робіт на основі формалізованої моделі за заданою величиною доходу організації, оволодіння чисельними методами аналізу моделей управління.

Теоретичні відомості

У роботі вивчається завдання планування обсягів робіт на наступний період. Помилки при плануванні можуть призвести або до завищення необхідних обсягів або до неправильного розрахунку прибутку від виконання робіт за укладеними договорами. У кожному із зазначених випадків відбувається неправильний облік потреб в обсягах робіт для організації, що впливає на ефективність її роботи.

Існує кілька підходів до побудови формалізованих моделей управління організаціями. Одним з таких підходів, що широко застосовується у теорії управління, є наступний. Припустимо X – це обсяг виконуваної роботи. При виконанні даного обсягу роботи організація несе певні витрати – $f_1(x)$. Відповідно до умов договору за виконання робіт організація одержує оплату в розмірі $f_2(x)$.

Функція $F(x) = f_2(x) - f_1(x)$ є функцією ефективності організації.

Вигляд функції ефективності організації залежить від спеціалізації організації, застосовуваної технології виконання робіт, способу організації. Для її побудови використовуються статистичні дані за попередні періоди, деякі загальні теоретичні закономірності. У цій практичній роботі функція ефективності буде задана.

Основним завданням в даній роботі буде визначення необхідного обсягу робіт, що потрібний для одержання закладених показників ефективності. Таким чином, треба розрахувати обсяг робіт, який повинна виконати організація, щоб її прибуток склав задану величину. Проведення зазначених розрахунків зводиться до вирішення рівняння $F(x) = y$, де функція $F(x)$ і величина y відомі, а потрібно визначити x .

1. Метод поділу відрізка навпіл

Одним з найбільш простих способів уточнення значення кореня є метод дихотомії, або метод поділу відрізка навпіл. Припустимо, що відомо інтервал зміни обсягу виробництва – (a, b) . Для цього розділимо відрізок навпіл. Позначимо його середину через x_1 :

$$x_1 = (a + b)/2. \quad (2.1)$$

Обчислимо значення функції ефекту в знайдений точці – $F(x_1)$.

Якщо $F(x) = y$, то задача вирішена і x_1 – шуканий обсяг виробництва. Якщо це не так, то як новий відрізок вибираємо відрізок (a, x_1) , при $F(x)$ більше y , і (x_1, b) у протилежному разі. Процес будемо продовжувати доти, поки

довжина відрізка, що містить шуканий обсяг виробництва, не стане менше заданої точності. Як значення, що встановлюється, можна взяти будь-яку точку такого відрізка, наприклад його середину. Допущена при цьому похибка не буде перевищувати довжину відрізка.

2. Метод хорд

Іншим способом уточнення величини обсягу виробництва є метод хорд.

За перше наближення приймаємо точку $x = x_1$;

$$x_1 = a - \frac{(b-a)(F(a)-y)}{F(b)-F(a)} \quad (2.2)$$

Потім обчислюємо $F(x_1)$ і беремо проміжок $(a; x_1)$, якщо $F(x_1)$ більше b ; проміжок $(x_1; b)$ у протилежному разі. Застосуємо формулу (2.2) до обраного проміжку і знаходимо x_2 – друге наближення до обсягу виробництва, що визначається.

Зокрема, якщо був обраний проміжок $(a; x_1)$, то x_2 обчислюється за формулою:

$$x_2 = a - \frac{(x_1 - a)(F(a) - y)}{F(x_1) - F(a)} \quad (2.3)$$

Якщо був обраний проміжок $(x_1; b)$, то відповідна формула набуває вигляду:

$$x_2 = x_1 - \frac{(b - x_1)(F(x_1) - y)}{F(b) - F(x_1)} \quad (2.4)$$

3. Метод Ньютона

Нехай функція ефекту в точці a менше заданої величини прибутку b , а в точці b більше. Розглянемо відрізок $(a; b)$. Чисельне визначення для x_1 може бути знайдене за формулою:

$$x_1 = b - \frac{F(b) - y}{F'(b)} \quad (2.5)$$

Метод Ньютона дозволяє досить швидко знаходити необхідне значення, на практиці вже друге-третє наближення задовольняє заданої точності.

Приклад

Припустимо, що функція ефективності має вигляд $F(x) = x^3 - 2x^2 - 4x - 2$. Потрібно визначити обсяг виробництва, що виражений у деяких прийнятих одиницях, при якому прибуток організації складе 5 одиниць, з точністю 0,01.

1. Спосіб розподілу відрізка навпіл. Як початковий інтервал розглянемо проміжок $(2,5; 5)$. При обсязі робіт $x = 2,5$ значення функції ефекту $= -8,875$, що нижче необхідного значення. При $x = 5$ значення функції ефекту складе 53, що вище заданої величини $b = 5$.

Відповідно до алгоритму, слід розділити відрізок навпіл і знайти значення функції ефекту в середині відрізка. Обчислюємо середину відрізка $(2,5; 5)$ – це точка 3,75. Знаходимо значення функції ефекту $F(x)$ при обсязі

виробництва $3,75 = 7,069$. На даному кроці з двох проміжків $(2,5; 3,75)$ і $(3,75; 5)$ слід вибрати перший, тому що $F(2,5)$ більше 5 і $F(3,75)$ менше 5.

Визначаємо середину відрізка $(2,5; 3,75)$ – це точка 3,125. Значення функції ефекту при такому обсязі складе $F(3,125) = -3,5136$. Аналізуючи отриманий результат, переходимо до розгляду проміжку $(3,125; 3,75)$.

Чергове наближення $x = 3,437$. Отже, $F(3,437) = 1,22$. Отже будемо знаходити середину відрізка $(3,437; 3,75)$, вона дорівнює 3,59, $F(3,59) = 4,19$, на наступному етапі розглянемо відрізок $(3,59; 3,75)$. Його середина дорівнює 3,67, $F(3,67) = 5,8$. Довжина відрізка $(3,59; 3,67)$, його середина 3,63, $F(3,63)$ дорівнює 4,95. Розглянемо відрізок $(3,63; 3,67)$, його середина 3,65, $F(3,65) = 5,38$. Відрізок $(3,63; 3,65)$, його величина менше $2 \cdot 0,01$. Тому середину цього відрізка можна прийняти за остаточний результат розрахунку; обсяг виробництва $x = 3,64$, а $F(3,64) = 5,16$. Результати обчислень за даним методом представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати обчислень

№ кроку	A	У	X	F(a)	F(b)	F(x)
1	2,5	5	3,75	-8,875	53	7,609
2	2,5	3,75	3,125	-8,875	7,609	-3,513
3	3,125	3,75	3,437	-3,513	7,609	1,22
4	3,437	3,75	3,593	1,22	7,609	4,19
5	3,593	3,75	3,67	4,19	7,609	5,8
6	3,593	3,67	3,63	4,19	5,8	4,95
7	3,63	3,67	3,65	4,95	5,8	5,38
8	3,63	3,65	3,64	4,95	5,38	5,16

2. Метод хорд. Проведемо обчислення при тих же даних за методом хорд. Шуканий відрізок $(2,5; 5)$, перше наближення знаходимо за формулою:

$$x_1 = 2,5 - \frac{(5 - 2,5)(-8,875 - 5)}{53 + 8,875} = 3,06.$$

Тому що метод хорд наближає шуканий обсяг виробництва, не перевищуючи його, то одразу переходимо до розрахунку другого наближення:

$$x_2 = 3,06 - \frac{(5 - 3,06)(F(3,06) - 5)}{F(5) - F(3,06)} = 3,06 - \frac{1,93(-4,31 - 5)}{53 + 1,621} = 3,375.$$

Інші наближення представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Інші наближення

№ кроку	Наближення	Відмінність від попереднього наближення
1	3,06	0,56
2	3,375	0,315
3	3,52	0,14
4	3,58	0,06
5	3,61	0,03
6	3,623	0,013
7	3,628	0,005

Останнє наближення повинне відрізнятися від попереднього не більше ніж на задану точність (у даному разі 0,01). У розрахованому випадку це сьоме наближення.

3. Метод Ньютона. Для порівняння різних методів визначення необхідного обсягу робіт застосуємо метод Ньютона в тих же випадках, що і методи, викладені вище. Для використання даного методу необхідно знайти похідну від заданої функції. У досліджуваному прикладі перша похідна має вигляд

$$F'(x) = 3x^2 - 4x - 4.$$

Після обчислення похідної можна переходити до розрахунку послідовних наближень. Перше наближення має вигляд:

$$x_1 = 5 - \frac{53-5}{F'(5)} = 5 - 0.941 = 4.059$$

Друге наближення має вигляд

$$x_2 = x_1 - \frac{F(x_1) - 5}{F'(x_1)} = 4.059 - \frac{15.68 - 5}{29.19} = 3.69$$

Наступні наближення представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Наступні наближення

№ кроку	Наближення	Відмінність від попереднього наближення
1	4,059	0,941
2	3,69	0,369
3	3,63	0,06
4	3,631	0,001

Якщо знайдене наближення відрізняється від попередніх на величину, меншу заданої точності, то його можна подати як шуканий обсяг робіт.

Завдання

Застосовуючи викладений вище теоретичний матеріал, знайдіть обсяг робіт, кожним із зазначених методів за заданою функцією ефективності і

необхідною величиною прибутку з точністю 0,01.

Обсяг робіт, що визначаємо знаходиться в проміжку від 2 до 5.

Функція ефективності має вигляд: $F(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$.

Таблиця 2.4 - Завдання

Варіант	Функція ефективності	Необхідний прибуток
1	$a=3, b=-2, c=-1, d=-20$	100
2	$a=1, b=2, c=-1, d=-20$	100
3	$a=1, b=3, c=-7, d=-20$	50
4	$a=1, b=3, c=7, d=-50$	100
5	$a=1, b=4, c=7, d=-50$	100
6	$a=2, b=1, c=-7, d=-50$	50
7	$a=1, b=-1, c=-2, d=-20$	50
8	$a=7, b=-2, c=-1, d=-40$	100
9	$a=1, b=3, c=-9, d=-20$	100
10	$a=4, b=6, c=-7, d=-11$	50
11	$a=1, b=-1, c=-1, d=-10$	50
12	$a=2, b=10, c=-9, d=-12$	100
13	$a=3, b=-2, c=-1, d=-20$	100
14	$a=6, b=-2, c=-1, d=-20$	100
15	$a=1, b=9, c=-4, d=-20$	50
16	$a=1, b=10, c=2, d=-50$	100
17	$a=1, b=12, c=7, d=-50$	90
18	$a=2, b=1, c=-12, d=-50$	40
19	$a=1, b=-2, c=21, d=-10$	60
20	$a=2, b=-4, c=21, d=-10$	80

Контрольні запитання

1. Поясніть поняття «функція ефективності».
2. Поясніть спосіб ділення відрізка навпіл.
3. Назвіть спільності й відмінності між методом хорд і методом Ньютона.
4. Що таке точність рішення? Поясніть способи визначення точності знайденого рішення в описаних методах.
5. Поясніть, чому у наведеному прикладі при використанні різних методів результати обчислень не співпадають.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 3

Моделі й механізми фінансування проєктів

Мета роботи: закріпити теоретичні знання, отримані на лекціях; навчити студентів основним моделям механізмів фінансування проєктів і оцінюванню отриманих результатів.

Теоретичні відомості

Припустимо, що перед керівництвом компанії стоїть завдання досягнення якоїсь мети, але компанія обмежена в ресурсах. Необхідно при даних ресурсах досягти максимального ефекту. У випадку, коли ми маємо один ресурс (наприклад, гроші) і один критерій (ефект від вкладень), можливе проєктне рішення при використанні методу «витрати - ефект».

У керівництва компанії є кілька проєктів. Насамперед, для кожного проєкту оцінюється його ефективність щодо віддачі (ефекту) на одиницю витрат. Потім усі проєкти упорядковуються за мірою убавання їхньої ефективності. На рис. 3.1 з п'яти проєктів найефективнішим є проєкт № 2, потім проєкт № 4 і т.д.

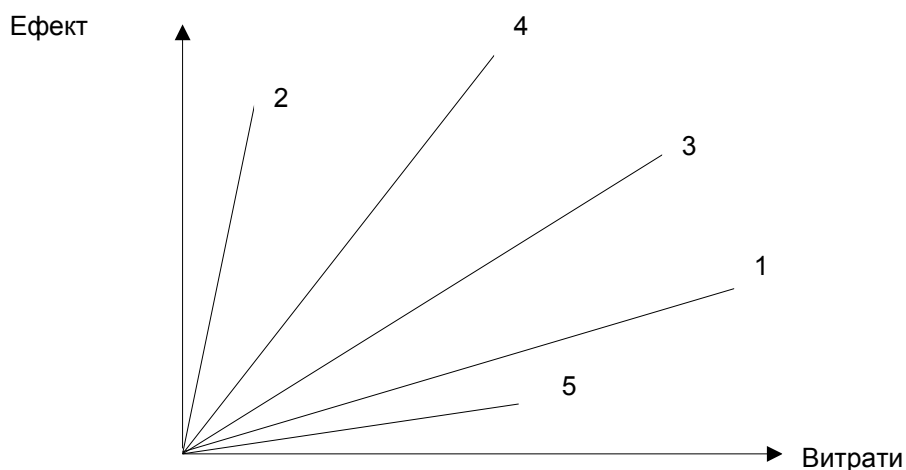


Рис. 3.1 – Приклади проєктів

Потім обирається перший найефективніший проєкт і фіксується його результат і витрати, потім два найефективніших, і фіксується сумарний результат і витрати, і так до перегляду всіх без винятку проєктів, які є в компанії. Отримана в такий спосіб залежність (рис. 3.2) результату (наростаючим підсумком) від витрат (наростаючим підсумком) і є залежністю «витрати – ефект». Вона, зокрема, характеризує потенційні можливості підприємства при зміні рівня розташовуваного ресурсу.

Вигляд отриманої кривої дає змогу якісно побачити можливість і доцільність концентрації ресурсів на тих проєктах, що дають основний внесок у загальні результати.

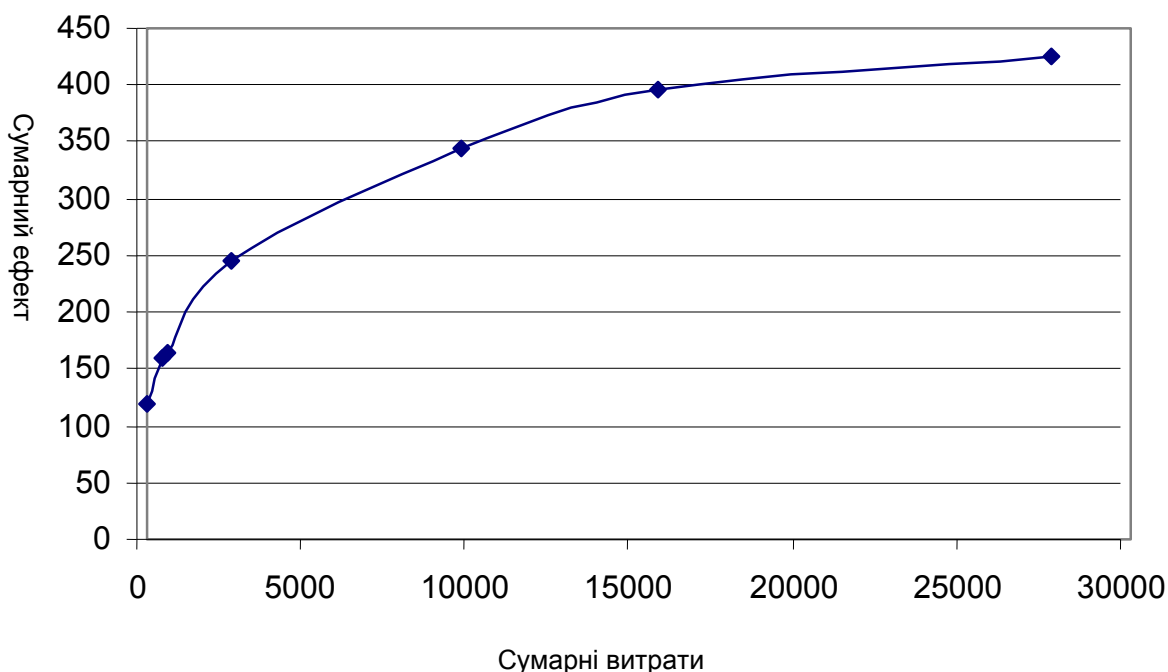


Рис. 3.2 - Залежність результату від витрат

Приклад

Вихідні дані внесено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

№ з/п	Найменування проєкту	Витрати на проєкт	Ефект проєкту
1	Десятиповерховий будинок	7000	100
2	Дитячий сад	100	5
3	Коледж	2000	80
4	Шістнадцятиповерховий будинок	12000	30
5	Готель	300	120
6	Поліклініка	500	40
7	Санаторій	6000	50

Для проекту обчислюємо його ефективність, тобто відношення ефекту до витрат. Результат заносимо у відповідний стовпець табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Ефективність проекту

№ з/п	Найменування проєктів	Витрати на проєкт	Ефект проєкту	Ефективність проєкту	Пріоритети
1	Десятиповерховий будинок	7000	100	0,014	5
2	Дитячий сад	100	5	0,050	3
3	Коледж	2000	80	0,040	4
4	Шістнадцятиповерховий будинок	12000	30	0,003	7
5	Готель	300	120	0,400	1
6	Поліклініка	500	40	0,080	2
7	Санаторій	6000	50	0,008	6

Потім заповнюємо стовпчики табл. 3.3, в якій проєкти пронумеровані в порядку їхніх рангів (пріоритетів) за убиванням ефективності.

Для груп проєктів обчислюємо сумарні витрати і сумарний ефект (наростаючим підсумком), результат заноситься в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Сумарні витрати і сумарний ефект

№ з/п	Найменування проєктів	Витрати на проєкт	Ефект проєкту	Ефективність проєкту	Сумарні витрати	Сумарний ефект
1	Готель	300	120	0,400	300	120
2	Поліклініка	500	40	0,080	800	160
3	Дитячий сад	100	5	0,050	900	165
4	Коледж	2000	80	0,040	2900	245
5	Десятиповерховий будинок	7000	100	0,014	9900	345
6	Санаторій	6000	50	0,008	15900	395
7	Шістнадцятиповерховий будинок	12000	30	0,003	27900	425

Будуємо графік залежності сумарного ефекту від сумарних витрат (рис. 3.3). Ця залежність називається «витрати – ефект».

Побудувавши графік, можна приступати до його аналізу. Якщо керівництво компанії захоче досягти деякої ефективності від усіх заходів, то за графіком знаходять необхідні для цього ресурси. І навпаки, якщо є обмеженість у ресурсах, за допомогою графіка легко знайти максимальний ефект який може бути досягнутий при даному обмеженні.

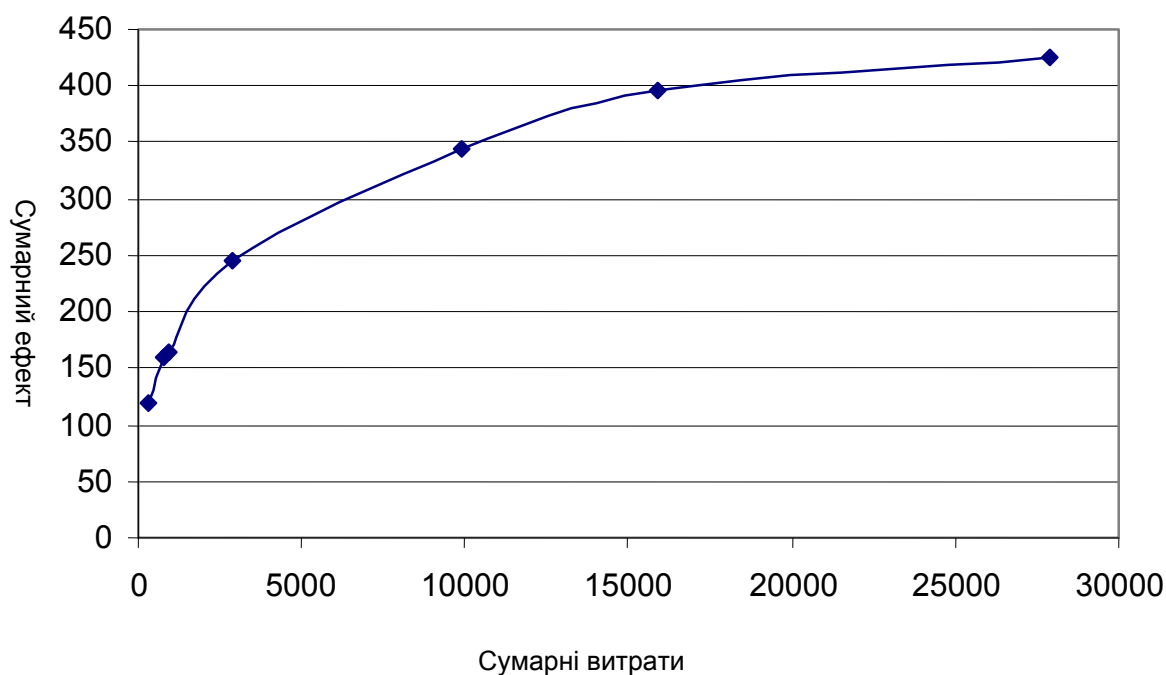


Рис. 3.3 - Залежність «витрати – ефект»

Завдання

Таблиця 3.4 Завдання

№ варіанта	Проекти						
1	1	21	41	6	26	46	11
2	2	22	42	7	27	47	12
3	3	23	43	8	28	48	13
4	4	24	44	9	29	49	14
5	5	25	45	10	30	50	15
6	6	26	46	11	31	51	16
7	7	27	47	12	32	52	17
8	8	28	48	13	33	53	18
9	9	29	49	14	34	54	19
10	10	30	50	15	35	55	20
11	11	31	51	16	36	1	21
12	12	32	52	17	37	2	22
13	13	33	53	18	38	3	23
14	14	34	54	19	39	4	24
15	15	35	55	20	40	5	25
16	16	36	1	21	41	6	26
17	17	37	2	22	42	7	27
18	18	38	3	23	43	8	28
19	19	39	4	24	44	9	29
20	20	40	5	25	45	10	30

Таблиця 3.5 - Характеристики проектів

№ з/п	Найменування проєкту	Витрати на проєкт	Ефект проєкту
1	2	3	4
1	П'ятиповерховий будинок	2480	740
2	П'ятиповерховий будинок	4700	1410
3	П'ятиповерховий будинок	3100	930
4	П'ятиповерховий будинок	4430	1330
5	П'ятиповерховий будинок	3380	1014
6	Дев'ятиповерховий будинок	5820	1746
7	Дев'ятиповерховий будинок	7310	2560
8	Дев'ятиповерховий будинок	6750	2360
9	Дев'ятиповерховий будинок	8200	2870
10	Дев'ятиповерховий будинок	6500	2270
11	Дванадцятиповерховий будинок	9820	3535
12	Дванадцятиповерховий будинок	9640	3470
13	Чотирнадцятиповерховий будинок	12450	4600
14	Чотирнадцятиповерховий будинок	13130	4858
15	Шістнадцятиповерховий будинок	18310	6470
16	Шістнадцятиповерховий будинок	17500	6470
17	Будинок побуту	8600	1540
18	Будинок побуту	12510	2250
19	Будинок побуту	15390	2770
20	Будинок побуту	8500	1530
21	Будинок побуту	8380	1508
22	Готель	9400	1880
23	Готель	7510	1500
24	Готель	9520	1900
25	Готель	6290	1250
26	Поліклініка	7520	900
27	Лікарня	5580	610
28	Поліклініка	5440	650
29	Бібліотека	8520	680
30	Бібліотека	12400	990
31	Магазин	8890	2220
32	Магазин	4550	1130
33	Магазин	2400	600
34	Магазин	4210	1010
35	Магазин	3330	799
36	Універсам	3410	950
37	Універсам	3900	1090

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
38	Універсам	5270	1470
39	Універсам	6300	1760
40	Їдальня	820	120
41	Їдальня	1850	280
42	Їдальня	2540	380
43	Їдальня	3600	540
44	Їдальня	4505	670
45	Дитячий сад	990	70
46	Дитячий сад	1270	100
47	Дитячий сад	2960	205
48	Дитячий сад	3200	220
49	Школа	3540	240
50	Школа	5840	460
51	Школа	7500	600
52	Школа	10210	800
53	Школа	12930	1030
54	Кінотеатр	12240	3550
55	Кінотеатр	13500	3900

Контрольні запитання

1. У чому сутність методу «витрати - ефект»?
2. Як будується залежність «витрати - ефект»?
3. Які властивості притаманні залежності «витрати - ефект»?
4. Перелічіть вихідні дані для побудови залежності «витрати - ефект»?
5. Назвіть критерії ранжирування проектів.
6. Як здійснюється аналіз графіку «витрати - ефект»?
7. У чому спільність і відмінність механізмів фінансування будівельних проектів?
8. Назвіть основні результати застосування механізмів фінансування будівельних проектів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 4

Оптимізація черговості реалізації проєктів при лінійній залежності тривалості проєкту від вартості

Мета роботи: навчити студентів визначати оптимальну черговість проєктів при лінійній залежності тривалості від вартості, використовуючи критерій «упущена вигода».

Теоретичні відомості

Кожен проєкт після його завершення дає фірмі певний дохід. Затримка в термінах реалізації проєктів веде до зменшення доходу, тобто до упущеної вигоди.

Порівнюючи два проєкти, якщо першим завершитися перший проєкт, упущена вигода складе:

$$C = C_2 \left(\beta \tau_1 + \tau_2 + \frac{\Delta \tau_1}{a_2} \right), \quad (4.1)$$

де $\tau_1 = \frac{W_1}{a_1}, \tau_2 = \frac{W_2}{a_2}, \Delta = a_1 + a_2 - N, \beta = \frac{C_1}{C_2};$

C_i – дохід проєкту;

W_i – обсяг проєкту (кількість ресурсів для проєкту);

a_i – кількість ресурсів для реалізації проєкту в період (місяці);

τ_i – число періодів, необхідне для реалізації проєкту

N – рівень фінансування мультипроєкту.

Якщо першим завершитися другий проєкт, то упущена вигода складе:

$$C = C_2 \left(\beta \tau_1 + \tau_2 + \beta \frac{\Delta \tau_2}{a_1} \right). \quad (4.2)$$

Порівнюючи отримані результати, визначаємо черговість реалізації проєктів. Проєкт, де упущена вигода від його реалізації більше, реалізується другим.

Алгоритм визначення оптимальної черговості проєктів.

1. Розглядаються 1 і 2 проєкти. Проєкти 1 і 2 не можуть фінансуватися на максимальному рівні, тому що $a_1 + a_2 > N$. Виникає конфліктна ситуація.

2. Нехай проєкт 1 виконується на максимальному рівні. Визначається упущена вигода за формулою (4.1).

3. Нехай проєкт 2 виконується на максимальному рівні. Визначається упущена вигода за формулою (4.2).

4. Аналогічно розглядаються усі варіанти реалізації проєктів

5. Результати розрахунків зводять в табл. 4.1.

6. Порівнюючи критерії упущена вигода, визначається оптимальна черговість реалізації проєктів.

Таблиця 4.1 - Результати розрахунків

Проект	τ , міс.	Δ	β	C, тис. грн..	Черговість реалізації
1					
2					
1					
3					
...					

Приклад

Вихідні дані подані у табл. 4.2, необхідно визначити оптимальну черговість реалізації проектів.

Таблиця 4.2 – Вихідні дані

Проект	W, тис грн..	a, тис. грн./міс.	τ , міс.	C, тис. грн.
1. П'ятиповерховий будинок	3500	310	11,3	280
2. Готель на 100 місць	6200	440	14,1	500
3. Універсам	3900	480	8,1	320
4. Кінотеатр	12500	600	20,8	1000

Рівень фінансування мультипроєкту $N = 500$ тис. грн./міс.

1. Проєкти 1 і 2 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні:

$$a_1 + a_2 = 310 + 440 = 750 > 500 \text{ тис. грн. /міс.}$$

- 1.1 Проєкт 1 фінансується на максимальному рівні.

$$C(1;2) = 500 \left(0,56 \cdot 11,3 + 14,1 + \frac{250 \cdot 11,3}{440} \right) = 13424,2 \text{ тис. грн.}$$

$$\beta = 280/500 = 0,56; \Delta = 310 + 440 - 500 = 250 \text{ тис. грн./мес.}$$

- 1.2. Проєкт 2 фінансується на максимальному рівні.

$$C(2;1) = 500 \left(0,56 \cdot 11,3 + 14,1 + 0,56 \frac{250 \cdot 14,1}{310} \right) = 13397,9 \text{ тис. грн.}$$

2. Проєкти 1 і 3 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні

$$a_1 + a_3 = 310 + 480 = 790 > 500 \text{ тис. грн. /міс.}$$

- 2.1 Проєкт 1 фінансується на максимальному рівні.

$$C(1;3) = 320 \left(0,875 \cdot 11,3 + 8,1 + \frac{250 \cdot 11,3}{480} \right) = 7940,7 \text{ тис. грн.}$$

$$\beta = 280/320 = 0,875; \Delta = 310 + 480 - 500 = 290 \text{ тис. грн./міс.}$$

- 2.2 Проєкт 3 фінансується на максимальному рівні.

$$C(3;1) = 320 \left(0,875 \cdot 11,3 + 8,1 + 0,875 \frac{250 \cdot 8,1}{310} \right) = 7877,7 \text{ тис. грн.}$$

3. Проєкти 1 і 4 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні

$$a_1 + a_4 = 310 + 600 = 900 > 500 \text{ тис. грн. /міс.}$$

3.1 Проєкт 1 фінансується на максимальному рівні.

$$C(1;4) = 1000(0,28 \cdot 11,3 + 20,8 + \frac{410 \cdot 11,3}{600}) = 31685,7 \text{ тис. грн.}$$

$$\beta = 280/1000 = 0,28; \Delta = 310 + 600 - 500 = 410 \text{ тис. грн./міс.}$$

3.2 Проєкт 4 фінансується на максимальному рівні.

$$C(4;1) = 1000(0,28 \cdot 11,3 + 20,8 + 0,28 \frac{410 \cdot 20,8}{310}) = 31666,7 \text{ тис. грн.}$$

4. Проєкти 2 і 3 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні

$$a_2 + a_3 = 440 + 480 = 920 > 500 \text{ тис. грн. /міс.}$$

4.1. Проєкт 2 фінансується на максимальному рівні.

$$C(2;3) = 13578,7 \text{ тис. грн.}$$

$$\beta = 500/320 = 1,56; \Delta = 440 + 480 - 500 = 420 \text{ тис. грн./міс.}$$

4.2. Проєкт 3 фінансується на максимальному рівні.

$$C(3;2) = 13490,4 \text{ тис. грн.}$$

5. Проєкти 2 і 4 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні

$$a_2 + a_4 = 440 + 600 = 1040 > 500 \text{ тис. грн. /міс.}$$

5.1. Проєкт 2 фінансується на максимальному рівні.

$$C(2;4) = 40540 \text{ тис. грн.}$$

$$\beta = 500/1000 = 0,5; \Delta = 440 + 600 - 500 = 540 \text{ тис. грн./міс.}$$

5.2. Проєкт 4 фінансується на максимальному рівні.

$$C(4;2) = 40613,6 \text{ тис. грн.}$$

6. Проєкти 3 і 4 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні

$$a_3 + a_4 = 480 + 600 = 1080 > 500 \text{ тис. грн./міс.}$$

6.1 Проєкт 3 фінансується на максимальному рівні.

$$C(3;4) = 31222 \text{ тис. грн.}$$

$$\beta = 320/1000 = 0,32; \Delta = 480 + 600 - 500 = 580 \text{ тис. грн. /міс}$$

6.2. Проєкт 4 фінансується на максимальному рівні.

$$C(4;3) = 31434,6 \text{ тис. грн.}$$

7. Результати розрахунків зведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунків

Проєкт	τ , міс.	Δ	β	C, тис. грн.	Черговість реалізації
1	2	3	4	5	6
1	11,3	250	0,56	13424,2	2-1
2	14,1			13397,9	
1	11,3	290	0,875	7940,7	3-1
3	8,1			7877,7	
1	11,3	410	0,28	31685,7	4-1
4	20,8			31666,7	
2	14,1	420	1,56	13578,7	3-2
3	8,1			13490,4	

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6
2	14,1	540	0,5	40540	2-4
4	20,8			40613,6	
3	8,1	580	0,32	31222	3-4
4	20,8			31434,6	

8. Оптимальна черговість реалізації проєктів 3-2-4-1.

Завдання

Визначити оптимальну черговість реалізації проєктів. Вихідні дані містяться у табл. 4.4 і 4.5.

Таблиця 4.4 - Вихідні дані

№ варіанта	Проекти			
1	2	4	7	9
2	4	6	9	10
3	1	4	7	9
4	6	7	8	10
5	1	2	4	6
6	3	5	7	9
7	1	2	3	4
8	5	7	8	9
9	1	5	6	9
10	1	3	5	7
11	2	3	8	10
12	5	6	7	10
13	2	5	6	8
14	2	6	8	10
15	3	4	6	7
16	1	3	6	10
17	1	4	6	8
18	4	7	8	10
19	1	2	7	8
20	1	6	8	10

Таблиця 4.5 - Вихідні дані

№ з/п	Проект	W, тис. грн.	a, тис. грн./міс.	τ, міс.	C, тис. грн.
1	П'ятиповерховий будинок	4700	600	7,8	370
2	Шістнадцятиповерховий будинок	16500	1030	16	1350
3	Готель	7840	550	14,3	630
4	Лікарня	6580	540	12,2	500
5	Універсам	4020	500	8	320
6	Їдальня	2510	410	6,1	220
7	Дитячий садок	3520	420	8,4	280
8	Школа	5820	650	9	480
9	Кінотеатр	12500	780	16	1200
10	Бібліотека	9620	800	12	800

Рівень фінансування для усіх варіантів $N = 800$ тис. грн. /міс.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття «втрачена вигода».

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 5

Оптимізація черговості реалізації проєктів при ступеневій залежності тривалості проєкту від вартості

Мета роботи: навчити студентів визначати оптимальну черговість проєктів при ступеневій залежності тривалості від вартості, використовуючи критерій «упущена вигода».

Теоретичні відомості

Якщо першим завершиться проєкт 1, то упущена вигода складе:

$$C = C_2 \tau_2 (\gamma \sqrt{\beta(2+\beta)} + 1), \quad (5.1)$$

де $\gamma = \frac{\tau_1}{\tau_2}$.

Якщо першим завершиться проєкт 2, то упущена вигода складе:

$$C = C_2 \tau_2 (\sqrt{1+2\beta} + \gamma\beta). \quad (5.2)$$

Порівнюючи отримані результати, визначаємо черговість реалізації проєктів. Проєкт, де упущена вигода від його реалізації більше, реалізується другим.

Результати розрахунків зводимо у табл. 5.1

Таблиця 5.1 - Результати розрахунків

Проєкти	τ , мес.	β	C, тис. грн.	Черговість реалізації
1				
2				
1				
3				
.....				

Приклад

Вихідні дані представлені у табл. 5.2. Необхідно визначити оптимальну черговість реалізації проєктів.

Таблиця 5.2 - Вихідні дані

Проєкт	W, тис грн.	a, тис. грн./міс.	τ , мес.	C, тис. грн.
1. Дев'ятиповерховий будинок	5600	650	18,6	450
2. Поліклініка	7500	500	25	600
3. Столова	2560	450	8,5	200
4. Школа	7820	550	26	620

Рівень фінансування мультипроєкту 9000 тис. грн. /міс.

1. Проєкти 1 і 2 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні:
 $a_1 + a_2 = 650 + 500 = 1150 > 900$ тис. грн./міс.
 1.1 Першим завершиться 1 проєкт:

$$C(1;2) = 600 \cdot 25 \left(0.74 \sqrt{0.75(2+0.75)} + 1 \right) = 30941.2$$
 тис. грн.
 $\gamma = 18,6/25 = 0,74; \beta = 450/600 = 0,75$
 1.2 Першим завершиться 2 проєкт:

$$C(2;1) = 600 \cdot 25 \left(\sqrt{1+2 \cdot 0,75} + 0,74 \cdot 0,75 \right) = 32042.1$$
 тис. грн.
2. Проєкти 1 і 3 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні:
 $a_1 + a_3 = 650 + 450 = 1100 > 900$ тис. грн./мес.
 2.1 Першим завершиться 1 проєкт:

$$C(1;3) = 13265$$
 тис. грн.
 $\gamma = 18,6/8,5 = 2,2; \beta = 450/200 = 2,25$
 2.2 Першим завершиться 3 проєкт:

$$C(3;1) = 12401.9$$
 тис. грн.
3. Проєкти 1 і 4 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні:
 $a_1 + a_4 = 650 + 550 = 1200 > 900$ тис. грн./міс.
 3.1 Першим завершиться 1 проєкт:

$$C(1;4) = 32504.8$$
 тис. грн.
 $\gamma = 18,6/26 = 0,72; \beta = 450/620 = 0,73$
 3.2 Першим завершиться 4 проєкт:

$$C(4;1) = 33755.9$$
 тис. грн.
4. Проєкти 2 і 3 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні:
 $a_2 + a_3 = 500 + 450 = 950 > 900$ тис. грн./міс.
 4.1 Першим завершиться 2 проєкт:

$$C(2;3) = 21057.2$$
 тис. грн.
 $\gamma = 25/8,5 = 2,2; \beta = 600/200 = 2,25$
 4.2 Першим завершиться 3 проєкт:

$$C(3;2) = 19491.8$$
 тис. грн.
5. Проєкти 2 і 4 не можуть бути профінансовані на максимальному рівні:
 $a_2 + a_4 = 500 + 550 = 1050 > 900$ тис. грн./міс.
 5.1 Першим завершиться 2 проєкт:

$$C(2;4) = 42386.4$$
 тис. грн.
 $\gamma = 25/26 = 0,96; \beta = 600/620 = 0,97$
 5.2 Першим завершиться 4 проєкт:

$$C(4;2) = 42650.9$$
 тис. грн.
6. Проєкти 3 і 4 можуть бути профінансовані на максимальному рівні:
 $a_3 + a_4 = 450 + 550 = 1000 > 900$ тис. грн./міс.
 6.1 Першим завершиться 3 проєкт:

$$C(3;4) = 20703.5$$
 тис. грн.
 $\gamma = 8,5/26 = 0,33; \beta = 200/620 = 0,32$

6.2 Першим завершиться 4 проєкт:

$$C(4;3)=22345.9 \text{ тис. грн.}$$

7. Результати розрахунків зводимо в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Результати розрахунків

№ проєкту	τ , міс.	β	C, тис. грн.	Черговість реалізації
1	18,6	0,75	30941,2	1-2
2	25		32042,1	
1	18,6	2,25	13265,3	3-1
3	8,5		12401,9	
1	18,6	0,73	32504,8	1-4
4	26		33755,9	
2	25	3	21057,2	3-2
3	8,5		19491,8	
2	25	0,97	12386,4	2-4
4	26		42650,9	
3	8,5	0,32	20703,5	3-4
4	26		22345,9	

Оптимальна черговість реалізації проєктів 3-1-2-4.

Завдання

Визначити оптимальну черговість реалізації проєктів, вихідні дані яких містяться у табл. 5.4, 5.5.

Таблиця 5.4 – Вихідні дані

№ варіанта	Проєкти			
1	2			
1	4	7	8	10
2	1	4	7	9
3	1	2	3	4
4	6	7	8	10
5	2	5	6	8
6	1	5	6	9
7	4	6	9	10
8	1	4	6	8
9	2	3	8	10
10	5	6	7	10
11	1	2	7	8
12	3	4	6	7
13	5	7	8	9
14	2	4	7	9
15	1	3	6	10

Продовження таблиці 5.4

1	2			
16	1	3	5	7
17	3	5	7	9
18	2	6	8	10
19	1	6	8	9
20	1	2	4	6

Характеристики проєктів

Таблиця 5.5 - Характеристики проєктів

№ з/п	Проект	W, тис. грн.	a, тис. грн./міс.	τ, міс.	C, тис. грн.
1	Дев'ятиповерховий будинок	6500	620	21,7	520
2	Чотирнадцятиповерховий будинок	12400	730	41,3	980
3	Будинок побуту	820	550	27,3	656
4	Поліклініка	5680	610	18,9	450
5	Магазин	4200	500	14	336
6	Їдальня	3420	490	11,4	270
7	Дитячий садок	3080	505	10,3	246
8	Школа	9820	800	32,7	780
9	Кінотеатр	11200	820	37,3	920
10	Бібліотека	8330	610	27,8	600

Рівень фінансування усіх проєктів $N = 900$ тис. грн./міс.

Контрольні запитання

1. Наведіть формулу критерію «втрачена вигода» при ступеневій залежності тривалості проєкту від його вартості.

2. Сформулюйте етапи алгоритму оптимального визначення черговості проєктів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 6

Сітьове планування

Мета роботи: освоєння методики складання і розрахунку сітьових моделей. Отримання навичок розрахунку часових параметрів сітьового графіку.

Теоретичні відомості

Сітьовий графік – модель, що відображує логічну послідовність і взаємозалежність окремих видів робіт (процесів).

Розрахункові параметри графіка – параметри оптимальних строків початку й закінчення кожної конкретної роботи.

При побудові сітьового графіка використовують три основні поняття: робота (включно очікування і залежність), подія і шлях.

Робота ($\rightarrow$) – трудовий, виробничий процес, що потребує витрат часу, трудових і фінансових ресурсів.

Очікування ($\rightarrow$) – процес, що не потребує витрат трудових і фінансових ресурсів, а тільки витрат часу.

Залежність ($\cdots\rightarrow$) – свідчить про відсутність необхідності витрат часу й ресурсів, але вказує на існування зв'язку між роботами, при якому початок однієї або декількох робіт залежить від виконання попередніх.

Подія ($\bigcirc$) – результат, факт завершення, виконання всіх робіт, що входять до даної події, дозволяє почати всі роботи, що з неї виходять. Подія, що не має попередніх робіт, називається вихідною подією, що завершує всі роботи – кінцевою.

Шлях ($\longrightarrow$) – безперервна послідовність робіт від вихідної до кінцевої події. Шлях, що має найбільшу тривалість, є критичним.

Графічний метод розрахунку параметрів сітьового графіку

Приклад

У поданому на рис. 6.1 сітьовому графіку визначити число шляхів, тривалість критичного шляху і термін закінчення проєкту, перелік робіт критичного шляху, ранні й пізні терміни початку й закінчення робіт, повні (загальні) резерви часу, вільні (часткові) резерви часу.

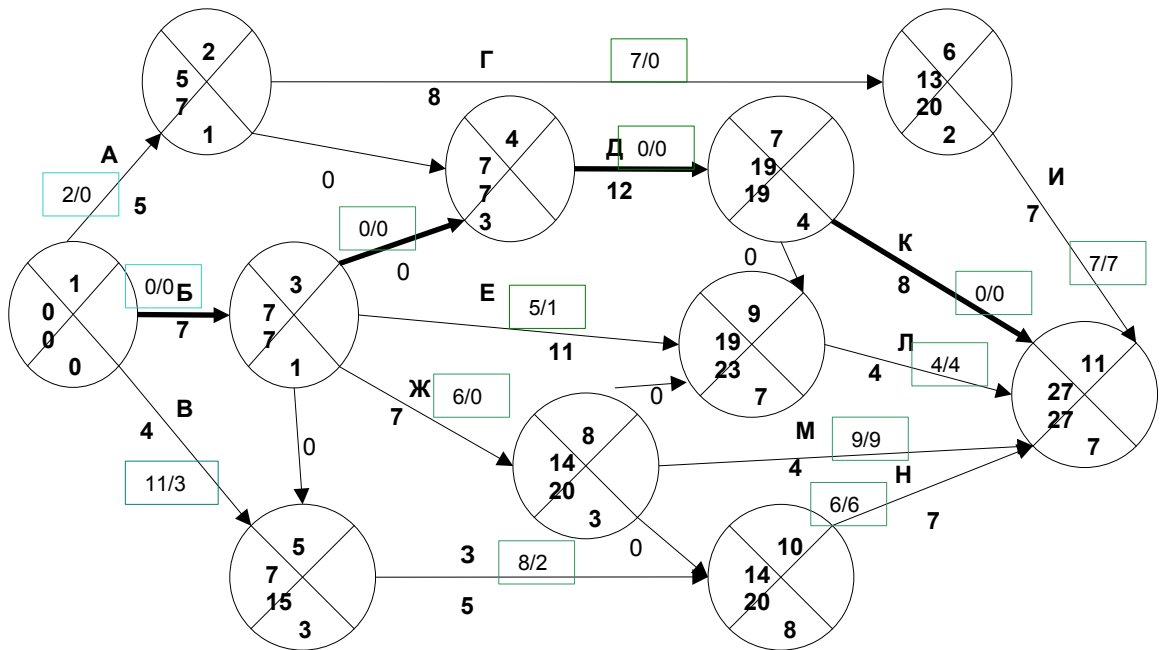


Рис. 6.1 – Сітьовий графік

Алгоритм розрахунку

1. Усі події поділяють на чотири сектори: нижній, верхній, лівий і правий (рис. 6.2).
2. Розрахунок починають з визначення раннього терміну початку робіт. Починають рух по вершинах графа від вихідної події. У лівий сектор першої події графіка записують нуль, у нижній – теж нуль, тому перша подія не має попередніх робіт.



Рис. 6.2 – Графічне зображення події

3. Ранні терміни початку наступних робіт дорівнюють максимальному з ранніх закінчень попередніх робіт, тобто найбільшій величині із сум ранніх початків і тривалостей попередніх робіт:

$$t_{p.n.}(1,2)=t_{p.n.}(1,3)=t_{p.n.}(1,5)=0,$$

бо в цих робіт немає попередніх.

Усі роботи, що виходять з тієї самої події, матимуть однакові ранні початки:

$$t_{p.n.}(2,6)=t_{p.n.}(2,4)=t_{p.n.}(1,2)+t(1,2)=0+5=5.$$

У лівий сектор другої вершини заносимо 5, а в нижній – одиницю, тому що до другої події веде єдиний шлях – дуга (1,2), він проходить через першу вершину графа:

$$t_{p.n.}(3,4)=t_{p.n.}(3,5)=t_{p.n.}(3,8)=t_{p.n.}(3,9)=t_{p.n.}(1,3)+t(1,3)=7+0=7.$$

У лівий сектор 3-ї вершини заносимо 7, а в нижній – одиницю, тому що до третьої події веде єдиний шлях – дуга (1,3), він проходить через першу вершину графа:

$$t_{p.n.}(4,7)=\max\{[t_{p.n.}(2,4)+t(2,4); t_{p.n.}(3,4)+t(3,4)]\}=t_{p.n.}(3,4)+t(3,4)=7+0=7$$

У лівий сектор 4-ї вершини заносимо 7, а в нижній – 3 – номер події, через яку до даної веде шлях максимальної тривалості:

$$t_{p.n.}(5,10)=\max\{[t_{p.n.}(3,5)+t(3,5); t_{p.n.}(1,5)+t(1,5)]\}=7+0=7.$$

У лівий сектор 5-ї вершини вміщуємо 7, у нижній 3 або 1 (обидві суми однакові):

$$t_{p.n.}(6,1)=t_{p.n.}(2,6)+t(2,6)=5+8=13.$$

У лівий сектор 6-ї вершини вміщуємо 13, у нижній – 2:

$$t_{p.n.}(7,11)=t_{p.n.}(4,7)+t(4,7)=7+12=19.$$

У лівий сектор 7-ї вершини вміщуємо 19, у нижній – 4 і т.д.

При розгляді останньої 11-ї вершини значення в лівому секторі дорівнює

максимальній величині із сум ранніх початків і тривалостей завершальних робіт, що складає довжину критичного шляху графа:

$$t_{\text{кр}} = \max \{ [t_{p.n.}(6,11) + t(6,11)]; [t_{p.n.}(7,11) + t(7,11)]; [t_{p.n.}(9,11) + t(9,11)]; [t_{p.n.}(8,11) + t(8,11)]; [t_{p.n.}(10,11) + t(10,11)]; [t_{p.n.}(7,11) + t(7,11)] \} = 19 + 8 = 27.$$

У нижній сектор записуємо номер події, через яку до завершальної веде шлях максимальної тривалості, тобто 7.

4. Далі визначаємо роботи, що належать до критичного шляху. Критичний шлях проходить через завершальну подію (11), у нижньому секторі якої записано 7. Отже, подія (7) також належить до критичного шляху. У нижньому секторі події (7) записано 4, тобто критичний шлях пройде через подію (4) і т.д. до вихідної події. Критичний шлях у розглянутому прикладі $L_{\text{кр}} = (1, 3, 4, 7, 11)$.

5. Потім визначаємо пізні терміни закінчення робіт. При цьому хід по вершинах графа відбувається у зворотному порядку – від завершальної події до вихідної. Пізні терміни закінчення для завершальних робіт рівні тривалості критичного шляху, тому в правий сектор завершальної події (11) записуємо 27. Пізні закінчення попередніх робіт визначаємо в такий спосіб:

$$t(2,6) = t_{n.з.}(6,11) - t(6,11) = 27 - 7 = 20.$$

У правий сектор вершини (6) записуємо 20.

Усі роботи, що входять в ту саму подію, матимуть однакові пізні закінчення:

$$t_{n.з.}(3,9) = t_{n.з.}(8,9) = t_{n.з.}(7,9) = t_{n.з.}(9,11) - t(9,11) = 27 - 4 = 23.$$

У правий сектор вершини (9) записуємо 23:

$$t_{n.з.}(4,7) = \min \{ [t_{n.з.}(7,11) - t(7,11)]; [t_{n.з.}(7,9) - t(7,9)] \} = \{ t_{n.з.}(7,11) - t(7,11) \} = 27 - 8 = 19.$$

У правий сектор вершини (7) записуємо 19:

$$t_{n.з.}(3,8) = \min \{ [t_{n.з.}(8,9) - t(8,9)]; [t_{n.з.}(8,11) - t(8,11)] \} = \{ t_{n.з.}(8,10) - t(8,10) \} = \min \{ 23 - 0, 27 - 4, 20 - 0 \} = 20.$$

У правий сектор вершини (8) записуємо 20.

$$t_{n.з.}(5,10) = t_{n.з.}(10,11) - t(10,11) = 27 - 7 = 20. \text{ і т.д.}$$

У такий же спосіб знаходимо пізні закінчення всіх інших робіт.

6. Після розрахунку початків і закінчень робіт визначаємо резерви часу.

Наприклад, повний резерв часу для роботи (3,8) і вільний резерв для роботи (3,9):

$$R_n(3,8) = t_{n.з.}(3,8) - [t_{p.n.}(3,8) + t(3,8)] = 20 - (7 + 7) = 20 - 14 = 6;$$

$$R_g(3,9) = t_{p.n.}(9,11) - [t_{p.n.}(3,9) + t(3,9)] = 19 - (7 + 11) = 19 - 18 = 1.$$

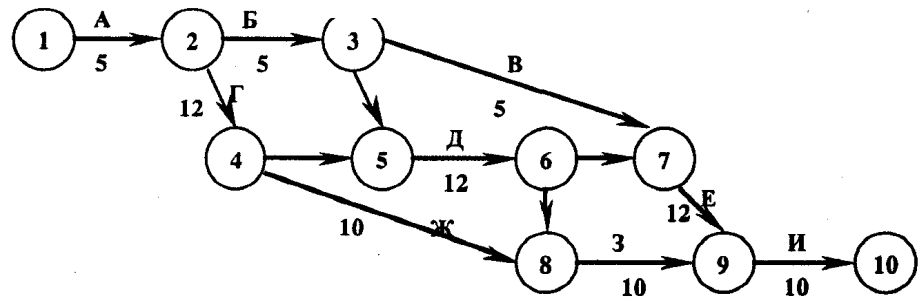
Резерви часу записуємо безпосередньо на графіку під роботою у вигляді дробу, чисельник якого показує повний резерв, а знаменник – вільний резерв.

Контрольні запитання

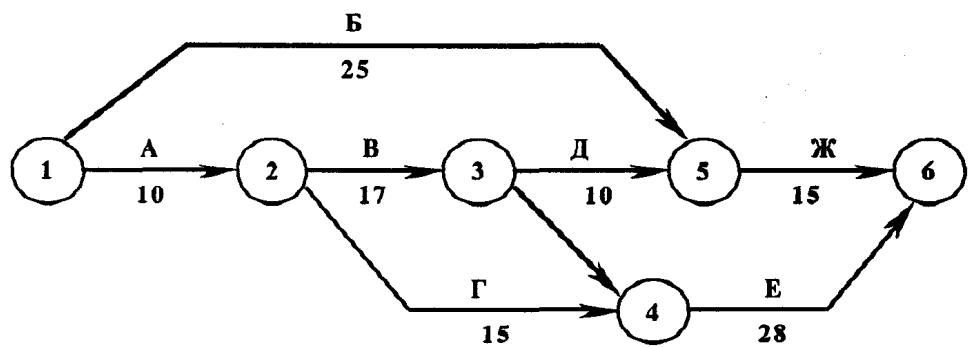
1. Охарактеризуйте сітьове моделювання.
2. Основні правила побудови сітьових графіків.
3. Елементи сітьового графіка.
4. Розрахунок сітьового графіка.

Завдання

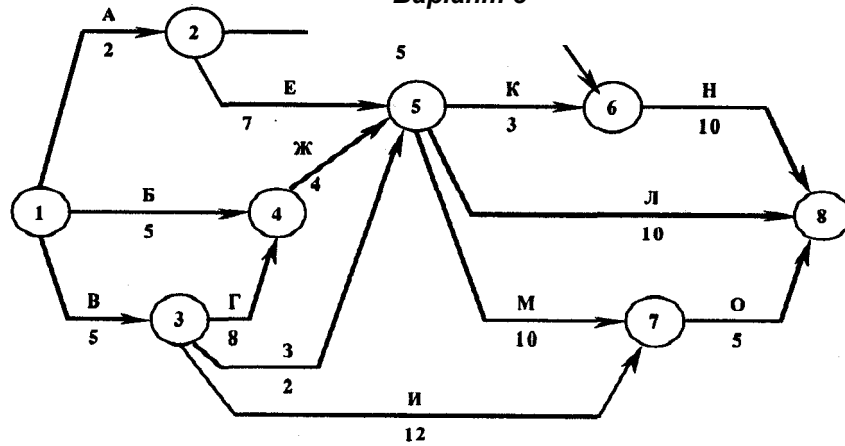
Варіант 1



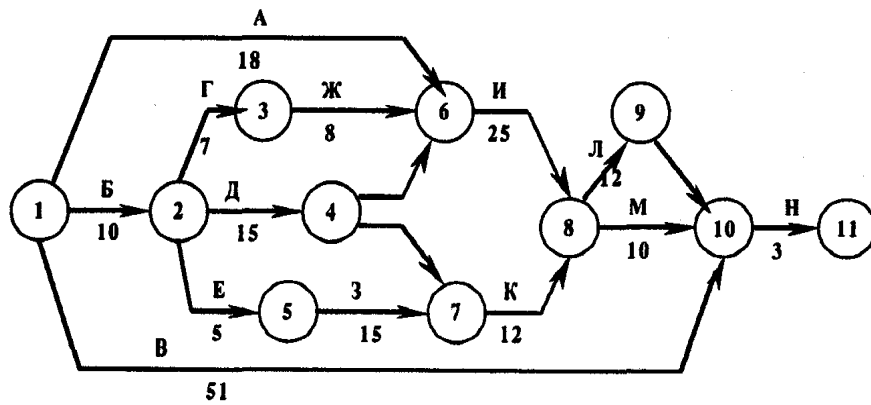
Варіант 2



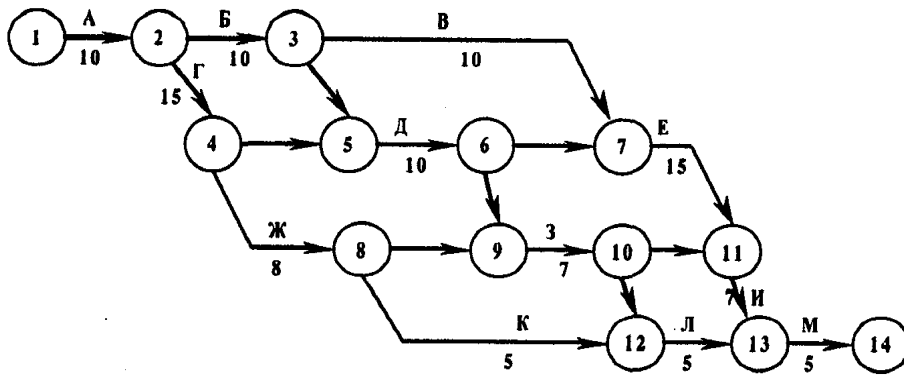
Варіант 5
Варіант 3



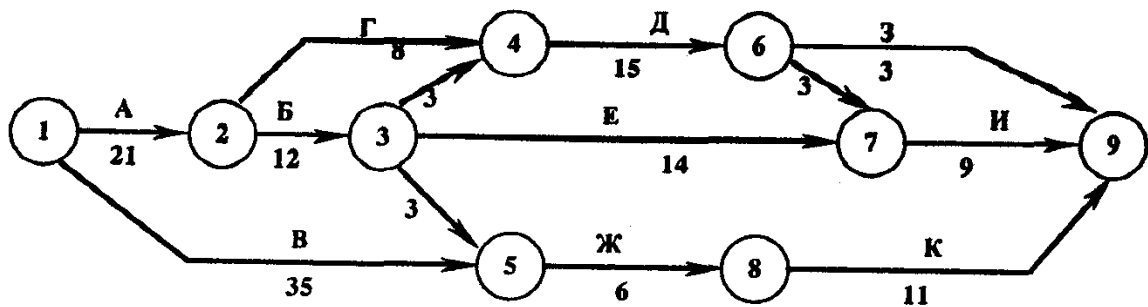
Варіант 4



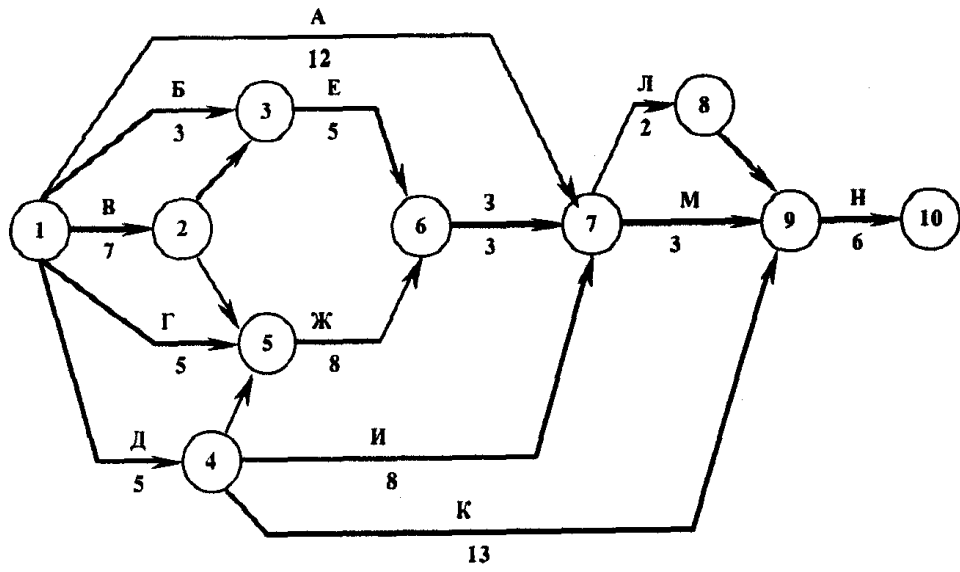
Варіант 5



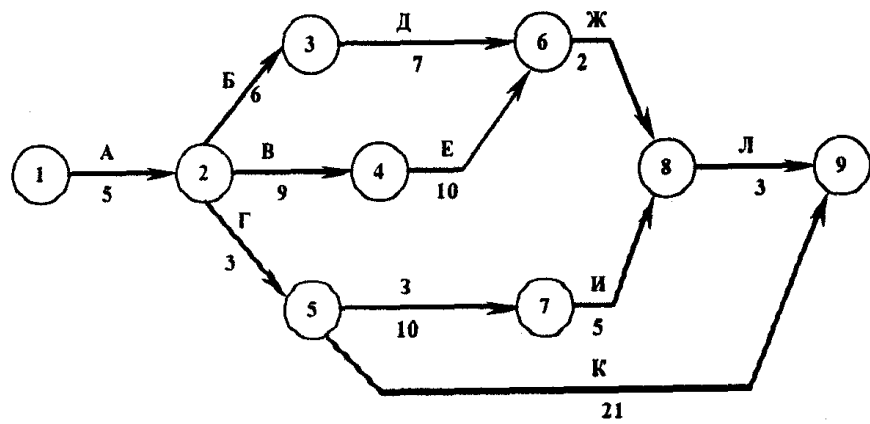
Варіант 6



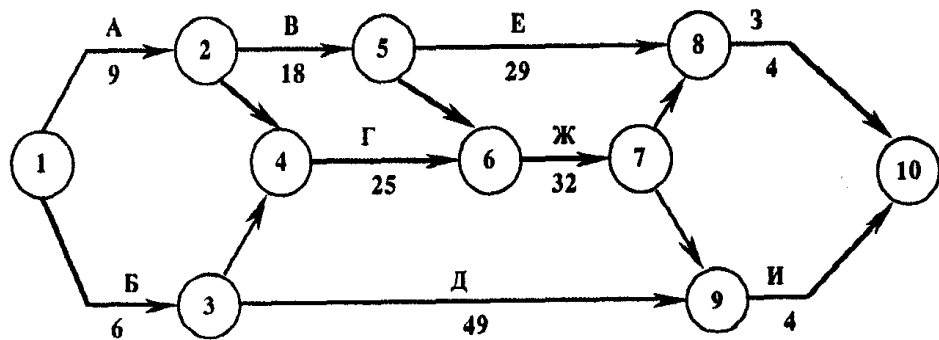
Варіант 7



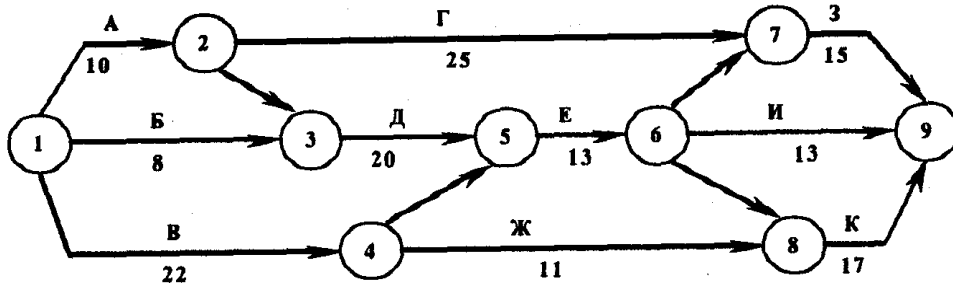
Варіант 8



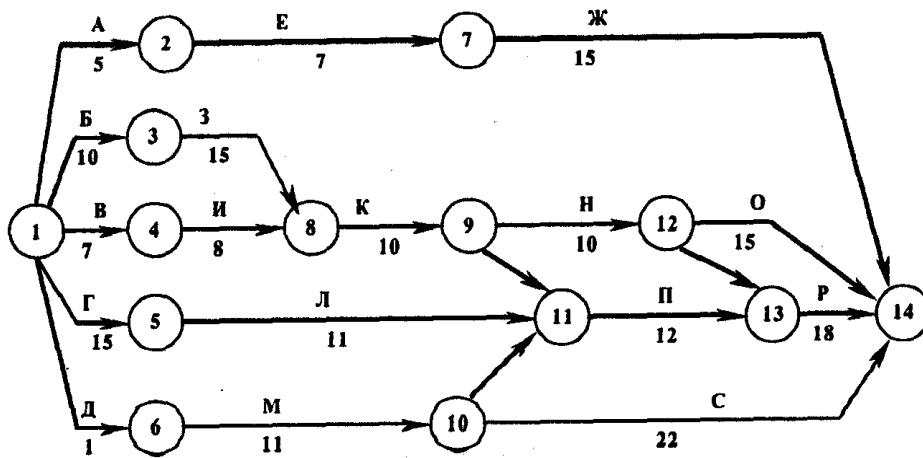
Варіант 9



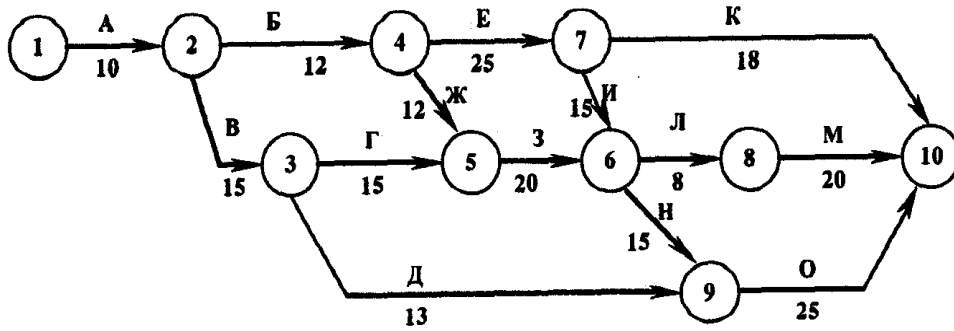
Варіант 10



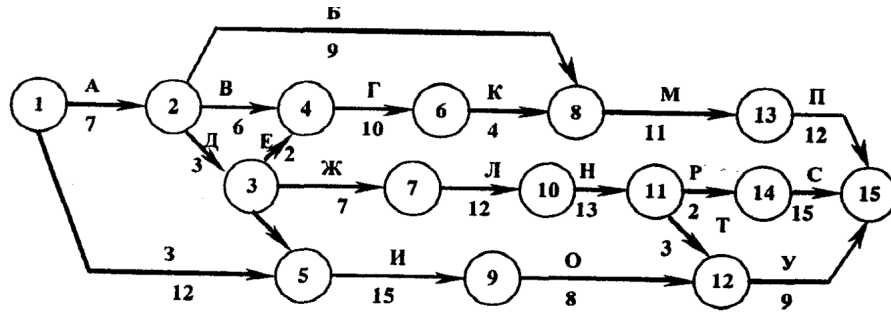
Варіант 11



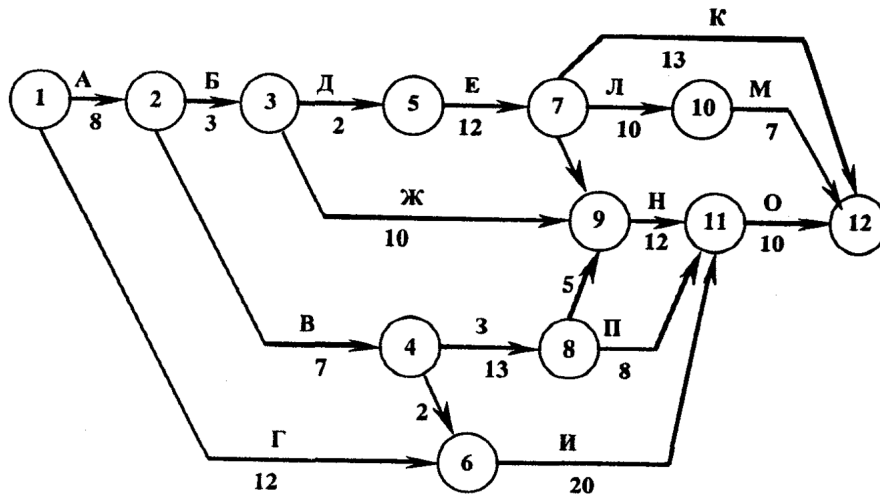
Варіант 12



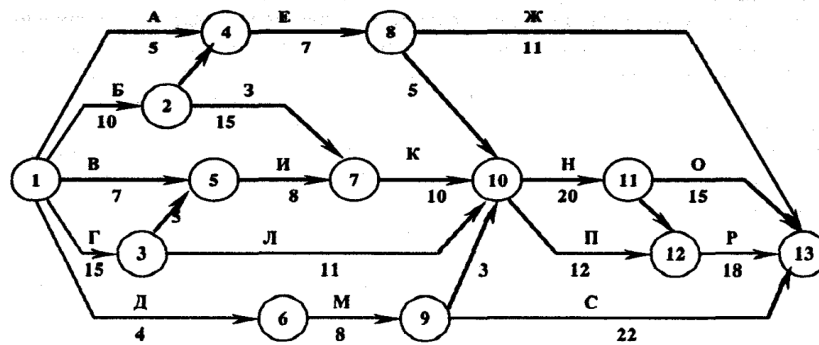
Варіант 13



Варіант 14



Варіант 15



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кобилянський Л.С. Управління проєктами: Навч. посібник / МАУП. – К.: МАУП, 2002. – 198 с.
2. Словник-довідник з питань управління проєктами/ За ред.. С.Д. Бушуєва. – К.: Ділова Україна, 2001. – 640 с.
3. Управління проєктами: Навчальний посібник / Л.І. Нефьодов, Ю.А. Петренко, С.А. Кривенко та ін. – Харків: ЗНАДУ, 2004. – 200 с.
4. Управління проєктами: Навч. – К.: Каравела, 2004. – 344 с.
5. Методичні вказівки для виконання практичних завдань з курсу «Управління проєктами» (для студентів 4 курсу денної форми навчання спеціальності 6.050200 – «Менеджмент організацій» / Укл.: Бабаєв В.М., Висоцька Г.В., Молодченко-Серебрякова Т.Г., Мельман В.О. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 51 с.
6. Безверхнюк Т.М., Котова Н.О., Попов С.А. Управління проєктами в публічній сфері : навчальний посібник з грифом МОН / Т. М. Безверхнюк, Н. О. Котова, С. А. Попов. – Одеса : ОРІДУ НАДУ, 2011. – 352 с.
7. Майорова Т.В. Інвестиційна діяльність: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Т. В. Майорова. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 472 с.
8. Наказ Міністерства економіки України, Міністерства освіти і науки України, Міністерства промислової політики України “Про затвердження Методики оцінки ефективності виконання інноваційних проєктів та діяльності технологічних парків” від 21.11.2005 р., № 434/668/442.
9. Ноздріна Л. В. Управління проєктами : підручник / Л. В. Ноздріна, В. І. Ящук, О. І. Полотай. – К. : ЦУЛ, 2010. – 432 с.
10. Пересада А. А. Проєктне фінансування : підручник / А. А. Пересада, Т. В. Майорова, О. О. Ляхова. – К.: КНЕУ, 2005. – 761 с.
11. Електропостачання та енергоменеджмент : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2022. – 208 с.
12. Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доповідь / Суходоля О. М. – К. : НІСД, 2022. – 49 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09>
13. Управління проєктами: навч. посіб. / О.С. Войтенко. – Київ: КНУБА, 2020. – 276 с.
14. Блага Н. В. Управління проєктами: навч. посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. 152 с.

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Буданов Микола Павлович

ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ НАУКОВО- ТЕХНІЧНИМИ ПРОЕКТАМИ

Методичні вказівки до проведення практичних занять
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
денної і заочної форм здобуття освіти
за спеціальністю G3 «Електрична інженерія»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 18.12.2025. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк.
арк. 2,87. Обсяг 1,310 Мб. Зам. № 565/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 61022, м. Харків,
майдан Свободи, 4. Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від
13.01.2009 Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна