

Конспект лекції № 9

Тема № 9. МЕРЕЖЕВЕ ПЛАНУВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ

Міжпредметні зв'язки: Зв'язок із елементами знань і умінь таких навчальних дисциплін як „Дослідження операцій”, „Економіко-математичні методи та моделі” та „Оптимізаційні методи та моделі”.

Мета лекції: познайомити з поняттям мережевого планування та головними характеристиками мережевого графа.

Ключові поняття та терміни

- граф
- детермінований граф
- імовірнісний граф
- критичний шлях
- пізній термін настання події
- повний резерв часу роботи
- подія
- ранній термін настання події
- резерв часу настання події
- робота
- мережеве планування та управління
- табличне представлення графа
- характеристики графа
- шлях

План лекції

1. Понятійний апарат мережевого планування та керування
2. Головні характеристики мережевого графа

Інформаційні джерела:

Основна та допоміжна література:

1. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц./ В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – К.: КНЕУ, 2005. – 306 с.
2. Вовк В.М. Оптимізаційні моделі економіки : навч. посібник / В.М. Вовк, Л.М. Зомчак. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 318 с.
3. Дацко М. В. Дослідження операцій в економіці: навч. посіб. / М. В. Дацко, М. М. Карбовник. – Л. : ПАІС, 2009. – 288 с.
4. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ “Економічна думка”, 2008. – 704 с.

Навчальне обладнання: ТЗН, презентація тощо: ноутбук, проектор, мультимедійна презентація.

1. Понятійний апарат мережевого планування та керування

Мережеве планування – це одна з форм графічного відображення змісту робіт і тривалості виконання стратегічних планів і довгострокових комплексів проектних, планових, організаційних та інших видів діяльності підприємств. Широко використовується при розробці планів, для контролю за виконанням проектів, раціонального використання ресурсів, координації взаємодії між керівниками та виконавцями проектів тощо. Методи мережевого планування та управління використовуються при плануванні складних комплексних проектів, наприклад, при будівництві та реконструкції будь-яких об'єктів, виконанні науково-дослідних та конструкторських робіт, розробці відомчих програм, підготовці та освоєнні нових видів продукції, розробці родовищ корисних копалин, ремонті обладнання та інших.

Поряд з лінійними графіками та табличними розрахунками мережеві методи планування знаходять широке застосування при розробці перспективних планів та моделей створення складних виробничих систем та інших об'єктів довгострокового використання. Мережеві плани робіт підприємств по створенню нової конкурентоздатної продукції містять не тільки загальну тривалість всього комплексу проектно-виробничої та фінансово-економічної діяльності, але й тривалість та послідовність здійснення окремих процесів чи етапів, а також потреби необхідних економічних ресурсів.

Вперше плани-графи виконання виробничих процесів були застосовані на американських фірмах. На лінійних або стрічкових графіках по горизонтальній осі в обраному масштабі часу відкладається тривалість робіт за всіма стадіями, етапами виробництва. Зміст циклів робіт зображується по вертикальній осі з необхідним ступенем їх розчленування на окремі частини або елементи. циклові або лінійні графіки звичайно застосовуються на вітчизняних підприємствах у процесі короткострокового чи оперативного планування виробничої діяльності. Основним недоліком таких планів-графіків є відсутність можливості тісної взаємозв'язки окремих робіт в єдину виробничу систему або загальний процес досягнення запланованих кінцевих цілей підприємства (фірми). Мережеві графи служать не тільки для планування різноманітних довгострокових робіт, але і їх координації між керівниками та виконавцями проектів, а також для визначення необхідних виробничих ресурсів та їх раціонального використання.

Мережева модель – це економіко-математична модель, що відображає комплекс робіт та подій та регламентує в просторі і часі їх реалізацію. Вона описує процес досягнення поставленої цілі в реалізації деякого проекту через відображення технологічної та логічної послідовності подій та зв'язків між ними.

Головні поняття теорії мережевого планування та програмування: подія (зображена кружечками на рис. 9.1), робота (стрілки) та шлях (маршрут переходу через виконання робіт, що знаходяться на маршруті, від початкової до кінцевої подій). *Робота* характеризує матеріальну дію, яка вимагає використання матеріальних ресурсів, або логічну дію, яку вимагає взаємозв'язок подій. *Подія* – це результат виконання однієї або декількох робіт. *Шлях* – це ланцюжок подій, які відбуваються послідовно одна за

одною, з'єднуючи послідовно початкову та кінцеву вершини графа, що відображає мережу

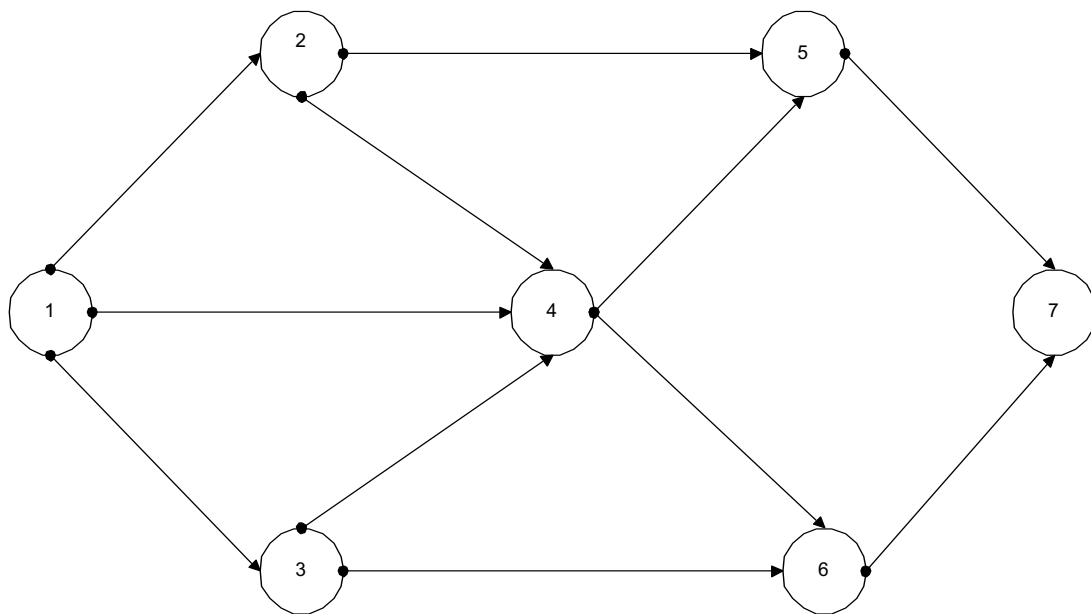


Рис. 9.1. Модель мережі

У випадку однозначного трактування характеристик операцій можуть бути зумовленими – моделі мережі називають *детермінованими*. Якщо ж характеристики операцій є випадковими величинами – такі мережеві моделі називають *імовірнісними*. Мережеві моделі можуть бути одно- та багатомережевими залежно від кількості технологічно незалежних комплексів операцій беруть участь у реалізації проекту.

Одномережеві моделі можуть бути одно- та багатоцільовими залежно від кількості цільових подій. *Багатомережеві* моделі завжди є *багатоцільовими*. У мережевих моделях можуть підлягати математичному аналізу: час виконання комплексу операцій, вартість його виконання, обсяги використовуваних ресурсів.

Аналіз мережевих моделей полягає у визначенні певних характеристик, виходячи із заданих параметрів, використаних у цій моделі. У найпоширеніших прямих, календарних мережевих моделях базовими характеристиками є ранні і пізні терміни настання подій, пізнього початку і раннього закінчення операцій, резервів часу подій та операцій, критичний шлях. Результати здійсненого аналізу мережевих моделей дають змогу зробити висновок щодо міри задоволення визначеного плану виконання операцій прийнятним вимогам і, за необхідності, спричиняють до змін цього плану у потрібному напрямі. У термінах економічного аналізу мережеві моделі дають змогу підвищити надійність виконання комплексу операцій, забезпечити економічне витрачання людських, матеріальних і фінансових ресурсів.

Важливим є поняття *критичного шляху*, який складається з дуг, що з'єднують події з нульовим резервом часу. Кожна мережева модель має хоча б один критичний шлях, який визначає *мінімальний термін виконання проекту*. Зменшення терміну виконання операцій, розташованих на критичному шляху, забезпечують зменшення тривалості виконання усього комплексу операцій.

Цю властивість критичного шляху використовують у плануванні і управлінні реалізацією комплексу операцій, коли, намагаючись зменшити тривалість комплексу, розподіляють ресурси передусім на виконання операцій критичного шляху, а також у режимі оперативного управління, де особливу увагу приділено операціям критичного шляху.

На мережевих моделях розв'язуються задачі оптимізації термінів реалізації комплексу операцій, оптимізації розподілу і використання ресурсів. Алгоритми аналізу мережевих моделей є досить доступними за складністю і за своєю реалізацією на ЕОМ, дають добре наближення до оптимального розв'язку, незважаючи на те, що їхня значна частка має евристичний характер. мережева модель є хорошим інструментом імітації і використовується з метою прогнозування реалізації комплексу операцій, раціональних стратегій управління. Багатомережеві системи планування і управління дають змогу керувати основною виробничою діяльністю економічного об'єкта, виходячи з раціонального використання наявних ресурсів. У промисловості та будівництві багатомережеві системи відіграють важливу роль як засіб координації дій різноманітних учасників виробничого процесу.

9.2. Головні характеристики мережевого графа

Ранній термін настання події j T_j^P – сума раннього терміну настання події i (T_i^P) та тривалості роботи (i,j) t_{ij} . Це найдовша тривалість шляху між подіями i та j . Якщо для події j більше однієї вхідної роботи, то вибирають максимум серед сум:

$$T_j^P = \max_{(i,j) \in E_j^+} \{T_i^P + t_{ij}\},$$

де T_j^P – ранній термін настання події j ,

T_i^P – ранній термін настання події i ,

t_{ij} – тривалість виконання роботи між подіями i та j ,

E_j^+ – множина всіх робіт, які завершуються в події j .

Пізній термін настання події i T_i^n – різниця між пізнім терміном настання події j (T_j^n) та тривалістю роботи (i,j) t_{ij} . Це найпізніший допустимий термін, до якого подія повинна закінчитись, щоб не викликати при цьому зриву термінів виконання кінцевої події. Якщо з події i є більше однієї вихідної роботи, то вибирають найменшу серед різниць:

$$T_i^n = \min_{(j,i) \in E_i^-} \{T_j^n - t_{ij}\},$$

де T_i^n , T_j^n – пізній час настання подій i та j , відповідно,

E_i^- – множина всіх робіт, які виходять з події i .

Пізній термін настання подій визначається зворотним ходом, починаючи з останньої події, тому для останньої події k ранній термін настання події дорівнює пізньому терміну :

$$T_k^p = T_k^n.$$

Резерв часу настання подій R_i – різниця між раннім терміном настання останньої події j , тривалістю роботи (i, j) t_{ij} та раннім терміном настання початкової події i T_i^p :

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}.$$

Резерв показує, на який гранично допустимий термін можна затримати настання події, не викликаючи при цьому збільшення терміну виконання всього комплексу робіт.

Повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це різниця між пізнім терміном настання події j , тривалістю роботи (i, j) t_{ij} та раннім терміном настання події i T_i^p :

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^p - t_{ij}.$$

Це той час, на який можна затримати виконання настання події, не викликаючи при цьому збільшення терміну виконання всього комплексу робіт, але при цьому порушуються терміни виконання деяких робіт та настання деяких подій.

Шлях характеризується тривалістю та резервом. Тривалість шляху – це сума тривалостей тих робіт, які його утворюють. Резерв шляху – це різниця між довжиною критичного шляху та того шляху, який досліджують.

Критичний шлях $(T_{кр})$ – це шлях найбільшої тривалості. Роботи, які лежать на критичному шляху, резерву часу не мають.

Алгоритм побудови мережевого графа

1. Розбиття процесу на роботи.
2. Формування переліку робіт та подій.
3. З'ясування логічних взаємозв'язків між роботами та подіями і послідовності їх виконання.
4. Закріплення робіт за виконавцями.
5. Визначення тривалості робіт.
9. Складання та зображення мережевого графу.
7. Розрахунок числових характеристик подій та робіт, визначення критичного шляху.
8. Аналіз та оптимізація графу.

Приклади розв'язування типових задач до лекції 10

Приклад 9.1. Побудувати топологію мережевого графа, заданого таблицею 9.1.

Таблиця 9.1

Графік робіт		
Роботи, закінчення яких є необхідною умовою для початку цієї роботи	Робота	Тривалість робіт, днів
-	А	5
-	Б	7
-	В	4
А	Г	8
А,Б	Д	12
Б	Е	11
Б	Ж	7
Б,В	З	5
Г	И	7
Д	К	8
Д,Е,Ж	Л	4
Ж	М	4
Ж,З	Н	7

Розв'язування: Зображення топології мережевого графа розпочинаємо із першої роботи. Роботи, які не мають робіт, які їм передували, повинні виходити із вихідної події. Це роботи А, Б, В. А далі за логікою зображаємо роботи та події (рисунок 9.2). Поставимо подію після закінчення роботи А, викреслимо роботу Г. Щоб правильно зобразити роботу Д, довелося ввести фіктивні роботи А' та Б'. Потім зображаємо роботи Е, Ж, З. Роботи И, К, Л, М, Н не є умовами для виконання інших робіт, тому їх кінці зводяться до однієї завершальної події.

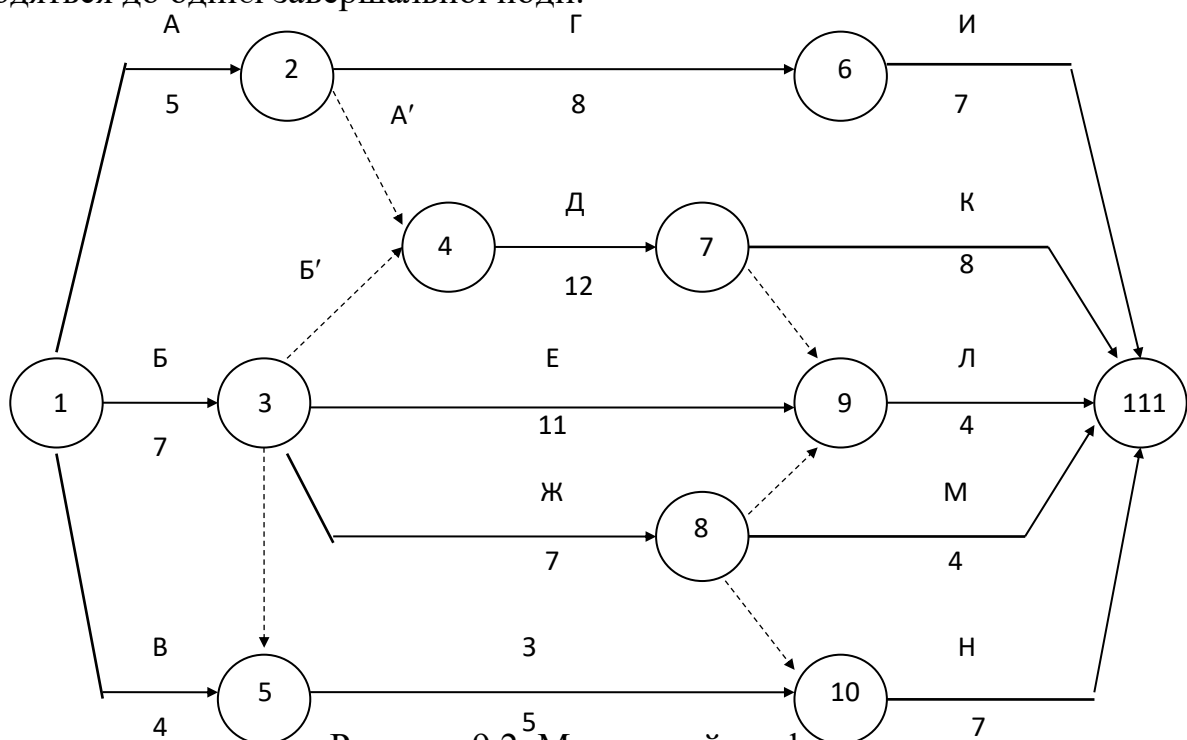


Рисунок 9.2. Мережевий граф

Приклад 9.2. Знайти характеристики мережевого графа, заданого на рис.9.3.

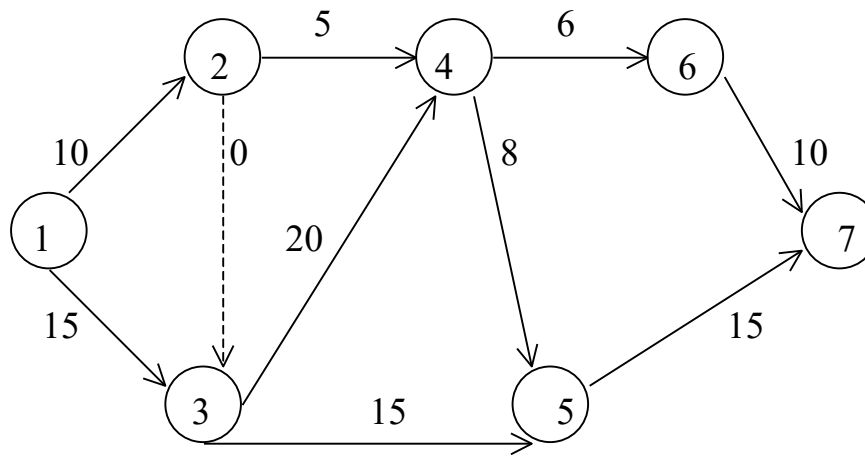


Рис. 9.3. Мережевий граф

Розв'язування:

Події (вершини) мережевого графа зображуватимемо наступним чином (рисунок 9.4):

У верхній частині записаний номер події (вершини) відповідно до правильної нумерацією. Номер вершини k_i , при русі з якої отримано значення T_i^P , заноситься в нижню частину. У лівій частині записується ранній термін настання події T_i^P , а в правій частині – його пізній термін настання T_i^H .

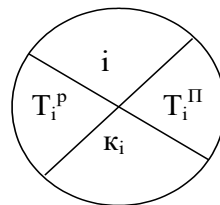


Рис. 9.4. Вершина мережевого графу

Поклавши $T_1^P = 0$, $k_1 = 1$, розглядаємо вершини в порядку зростання їхніх номерів.

$$T_2^P = T_1^P + t_{12} = 0 + 10 = 10, \quad k_2 = 1;$$

$$T_3^P = \max(T_1^P + t_{13}; T_2^P + t_{23}) = \max(0 + 15; 10 + 0) = T_1^P + t_{13} = 15, \quad k_3 = 1;$$

$$T_4^P = \max(T_2^P + t_{24}; T_3^P + t_{34}) = \max(10 + 5; 15 + 20) = T_3^P +$$

$$t_{34} = 35, \quad k_4 = 3;$$

$$T_5^P = \max(T_3^P + t_{35}; T_4^P + t_{45}) = \max(15 + 15; 35 + 8) = T_4^P + t_{45} = 43, \quad k_5 = 4;$$

$$T_6^P = T_4^P + t_{46} = 35 + 6 = 41, \quad k_6 = 4;$$

$$T_{kp} = \max(T_5^P + t_{57}; T_6^P + t_{67}) = \max(43 + 15; 41 + 10) = T_5^P + t_{57} = 58,$$

$$k_7 = 5.$$

Побудуємо критичний шлях, починаючи з кінцевої вершин, рухаючись по номерах вершин k_i , що стоять у нижній частині.

У результаті отримуємо $1 - 3 - 4 - 5 - 7$. Знайдемо пізні строки настання подій. Нехай час закінчення всього проекту $T = T_7^H = T_{kp} = 58$. Запишемо це значення у праву частину кінцевої вершини 7.

$$T_6^{II} = T_7^{II} - t_{67} = 58 - 10 = 48;$$

$$T_5^{II} = T_7^{II} - t_{57} = 58 - 15 = 43;$$

$$T_4^{II} = \min(T_6^{II} - t_{46}; T_5^{II} - t_{45}) = \min(48 - 6; 43 - 8) = 35;$$

$$T_3^{II} = \min(T_5^{II} - t_{35}; T_4^{II} - t_{34}) = \min(43 - 15; 35 - 20) = 15;$$

$$T_2^{II} = \min(T_4^{II} - t_{24}; T_3^{II} - t_{23}) = \min(35 - 5; 15 - 0) = 15;$$

$$T_1^{II} = \min(T_{II}^3 - t_{13}; T_2^{II} - t_{12}) = (15 - 15; 15 - 10) = 0.$$

У результаті отримуємо наступну мережеву модель, що містить детальну інформацію про ранні, пізні термінах настання подій, критичний час і критичний шлях. Критичний шлях відзначений товстими лініями на рис. 9.5.

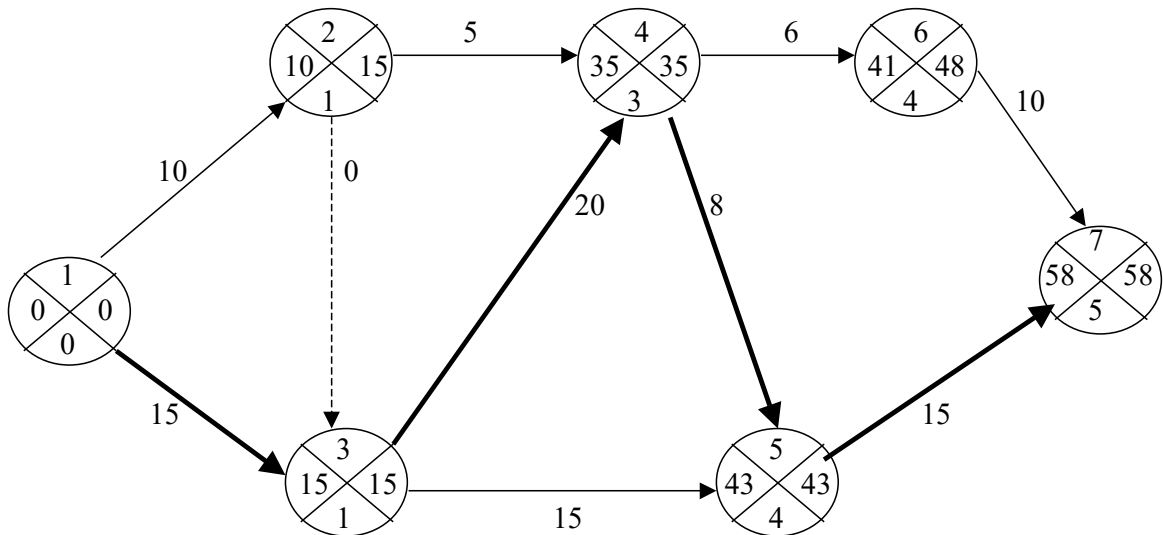


Рисунок 9.5. Мережевий граф

Приклад 9.3. Визначити числові параметри мережевого графа, заданого на рис.9.6 у прикладі 9.7.

Розв'язування:

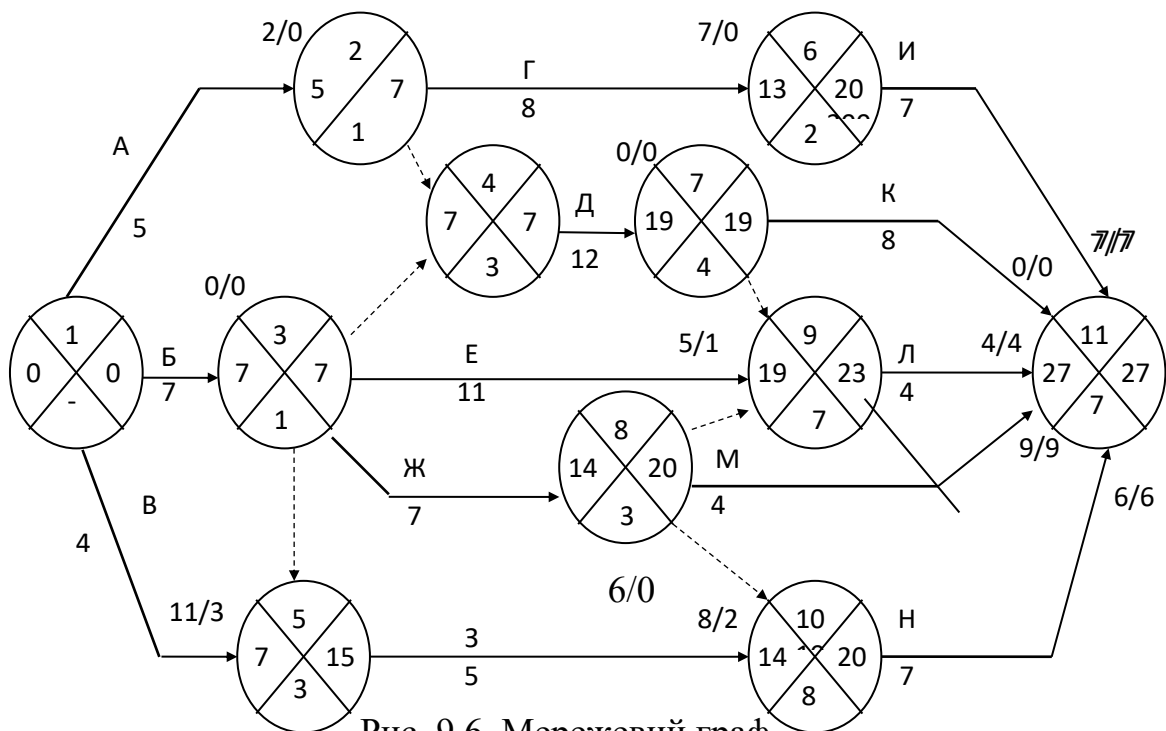


Рис. 9.6. Мережевий граф

Приклад 9.4. Для заданого мережевого графа (рис. 9.7) обчислити всі параметри настання подій та робіт, визначити критичний шлях та оцінити його довжину:

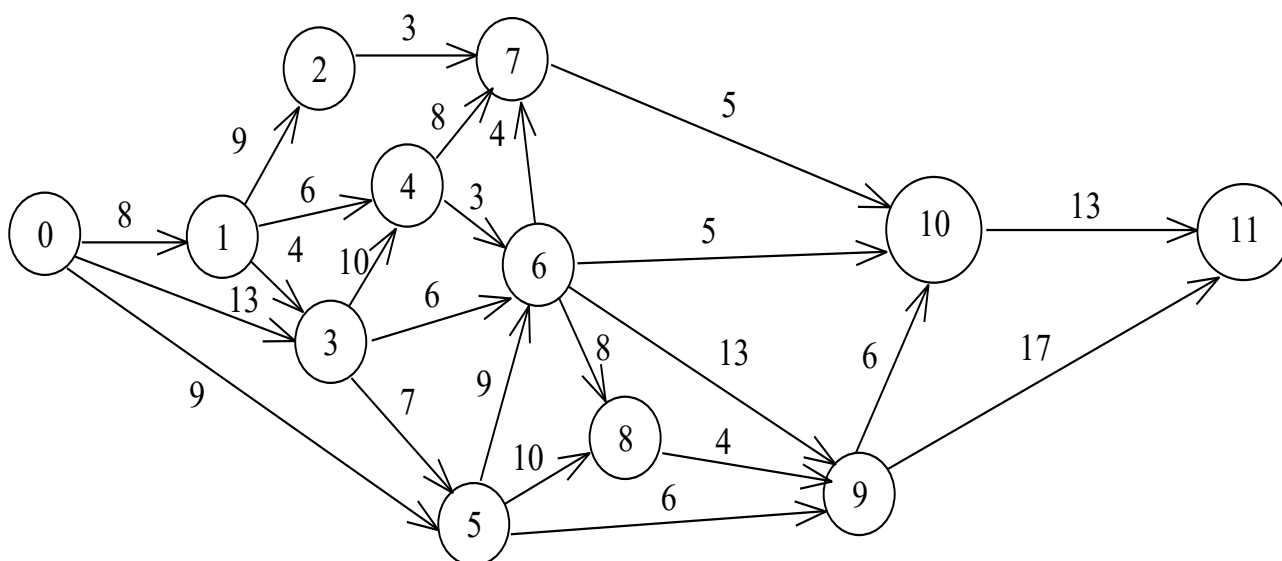


Рис.9.7. Мережевий граф

Розв'язування:

Розрахунок часових параметрів подій мережевого графа зручно подавати у табличному вигляді (таблиця 9.2):

Таблиця 9.2

Номер події	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ранній строк $t_p(i)$	0	8	17	13	23	20	29	33	37	42	48	61
Пізній строк $t_n(i)$	0	9	40	13	26	20	29	43	38	42	48	61
Резерв часу $R(i)$	0	1	23	0	3	0	0	10	1	0	0	0

Критичний шлях утворюють події: $0 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow 11$. Його тривалість 61 день.

Для визначення часових параметрів робіт також скористаємось табличним представленням (таблиця 9.3).

Таблиця 9.3

№	Робота (i,j)	Тривалість роботи (i,j)	Строки початку та закінчення роботи				Резерв часу $R_n(i,j)$
			$t_{pn}(i,j)$	$t_{po}(i,j)$	$t_{nn}(i,j)$	$t_{no}(i,j)$	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	(0, 1)	8	0	8	1	9	1
2	(0, 3)	13	0	13	0	13	0
3	(0, 5)	9	0	9	11	20	11
4	(1, 2)	9	8	17	31	40	23
5	(1, 4)	6	8	14	20	26	12
6	(1, 3)	4	8	12	9	13	1
7	(2, 7)	3	17	20	40	43	23
8	(3, 4)	10	13	23	16	26	3
9	(3, 5)	7	13	20	13	20	0
10	(3, 6)	6	13	19	23	29	10
11	(4, 7)	8	23	31	35	43	12
12	(4, 6)	3	23	26	26	29	3
13	(5, 6)	9	20	29	20	29	0
14	(5, 8)	10	20	30	28	38	8
15	(5, 9)	6	20	26	36	42	16
16	(6, 7)	4	29	33	39	43	10
17	(6, 10)	5	29	34	43	48	14
18	(6, 9)	13	29	42	29	42	0
19	(6, 8)	8	29	37	30	38	1
20	(7, 10)	5	33	38	43	48	10
21	(8, 9)	4	37	41	38	42	1
22	(9, 10)	6	42	48	42	48	0
23	(9, 11)	17	42	59	44	61	2
24	(10, 11)	13	48	61	48	61	0

Контрольні запитання та теми для обговорення до теми № 10

1. Що вивчає теорія графів? Яка її мета?
2. Що таке лінійний граф?
3. У який спосіб може бути задано граф?
4. Назвіть головні поняття мережевого планування та керування. Дайте визначення вузлів та дуг. Наведіть приклади.
5. Наведіть приклади сфер застосування мережевого планування та керування в економіці.
6. Що таке орієнтований граф?
7. Що таке шлях, контур, орієнтований ланцюг, цикл?
8. Сформулюйте класичну транспортну задачу як задачу на мережі.
9. Який вигляд має модель з проміжними пунктами?
10. Які методи вибору найкоротшого шляху ви знаєте?
11. Чим відрізняються мережевий та часовий графіки комплексу робіт?
12. Яка мета оптимізації комплексу робіт?
13. Які числові характеристики можна обчислити по графу для подій? Що вони показують? Як можна використати на практиці отримані результати?
14. Які числові характеристики можна обчислити по графу?
15. Що показують резерви часу? Якими вони можуть бути?
16. Чим характеризується критичний шлях? Яку тривалість він має? Чому дорівнюють резерви часу для робіт, що лежать на критичному шляху?

Тестові завдання до теми №10

1. За якою ознакою виділяють багатоцільові мережеві графи?
 - 1) за рівнем керівництва;
 - 2) за кількістю кінцевих подій;
 - 3) за критерієм оптимальності;
 - 4) за ступенем визначеності.
2. За якою ознакою виділяють детерміновані мережеві графи:
 - 1) за рівнем керівництва;
 - 2) за кількістю кінцевих подій;
 - 3) за критерієм оптимальності;
 - 4) за ступенем визначеності.
3. Критичний шлях показує:
 - 1) тривалість найбільш короткого шляху;
 - 2) тривалість шляхи від початку до кінця мережі;
 - 3) тривалість найбільш довгого шляху;
 - 4) тривалість шляхи від початку мережі до обраної події.

4. Ранній строк настання події дорівнює:

- 1) тривалості найдовшого шляху від початку мережі до даної події;
- 2) тривалості найкоротшого шляху від початку мережі до даної події;
- 3) різниці між тривалістю критичного шляху мережі й максимальною тривалістю робіт від події до кінця мережі;
- 4) різниці між тривалістю критичного шляху мережі й максимальною тривалістю робіт від початку мережі до події.

5. Пізній строк настання події дорівнює:

- 1) різниці між тривалістю критичного шляху мережі й максимальною тривалістю робіт від початку мережі до події;
- 2) різниці між тривалістю критичного шляху мережі й максимальною тривалістю робіт від події до кінця мережі;
- 3) тривалості найдовшого шляху від початку мережі до даного події;
- 4) тривалості найкоротшого шляху від початку мережі до даного події.

6. Як у теорії мережевого планування та керування називають ланцюжок подій, які відбуваються послідовно одна за одною, з'єднуючи послідовно початкову та кінцеву вершини?

- 1) робота;
- 2) шлях;
- 3) мережева модель;
- 4) кінцева подія.

7. У теорії мережевого планування та керування під «подією» розуміють:

- 1) матеріальну дію, яка вимагає використання матеріальних ресурсів, або логічну дію, яка вимагає взаємозв'язок подій;
- 2) результат виконання однієї або декількох подій;
- 3) ланцюжок подій, які відбуваються послідовно одна за одною, з'єднуючи послідовно початкову та кінцеву вершини;
- 4) одна ітерація в комплексі робіт та подій.

8. Як називають економіко-математичну модель, що відображає комплекс робіт та подій, які описують процес досягнення певної цілі та пов'язаних з реалізацією деякого проекту, їх технологічною та логічною послідовністю і зв'язками

- 1) мережева модель;
- 2) лінійна модель;
- 3) нелінійна модель;
- 4) стохастична модель.

9. Які роботи з'єднує критичний шлях?

- 1) з найдовшою тривалістю;
- 2) з нульовим резервом часу;
- 3) з найбільшим резервом часу;
- 4) з найменшою тривалістю.

10. У мережевому моделюванні ранній термін настання події – це:

- 1) найкоротша тривалість шляху між двома подіями;
- 2) найдовша тривалість шляху між двома подіями;
- 3) найпізніший допустимий термін закінчення події;
- 4) найшвидший допустимий термін закінчення події.

11. Пізній термін настання подій починають рахувати з:

- 1) першої події;
- 2) останньої події;
- 3) першої роботи;
- 4) критичного шляху.

12. Як обчислити резерв шляху?

- 1) сума довжини критичного шляху та того шляху, який досліджують;
- 2) різниця між довжиною критичного шляху та того шляху, який досліджують;
- 3) добуток довжини критичного шляху та того шляху, який досліджують;
- 4) відношення довжини критичного шляху та того шляху, який досліджують.

13. Яка характеристика мережевого графа показує час, на який можна затримати виконання настання події, не викликаючи при цьому збільшення терміну виконання всього комплексу робіт, але при цьому порушуються терміни виконання деяких робіт та настання деяких подій?

- 1) ранній термін настання події;
- 2) пізній термін настання події;
- 3) повний резерв часу роботи;
- 4) критичний шлях.

14. Що характеризує робота у мережевому графі?

- 1) результат виконання однієї або декількох подій;
- 2) ланцюжок подій, які відбуваються послідовно одна за одною, з'єднуючи послідовно початкову та кінцеву вершини;
- 3) матеріальну дію, яка вимагає використання матеріальних ресурсів, або логічну дію, яка вимагає взаємозв'язок подій;
- 4) резерв часу настання події.

15. Залежно від кількості технологічно незалежних комплексів операцій мережеві моделі можуть бути:

- 1) ймовірнісні та детерміновані;
- 2) статичні та динамічні;
- 3) одно- та багатомережеві;
- 4) табличні й графічні.

16. Яка з класифікацій мережевих графів існує?

- 1) ймовірнісні та детерміновані;
- 2) табличні й графічні;
- 3) лінійні та нелінійні;
- 4) тупикові та безтупикові.

17. З названих термінів оберіть головні поняття мережевого планування:

- 1) робота;
- 2) подія;
- 3) шлях;
- 4) всі варіанти правильні.

18. До головних числових характеристик мережевого графа належать:

- 1) ранній термін настання події;
- 2) пізній термін настання події;
- 3) повний термін настання події;
- 4) критичний шлях;
- 5) робота;
- 6) подія;
- 7) потужність.

19. Мережеве планування та управління складається із таких елементів:

- 1) структурне планування;
- 2) календарне планування;
- 3) пасивне планування;
- 4) активне планування;
- 5) мікроекономічне планування;
- 6) оперативне планування;
- 7) планування розміру запасів.

20. До способів представлення графів належать:

- 1) графічний;
- 2) скалярний;
- 3) метричний;

- 4) матричний;
- 5) векторний;
- 6) реляційний;
- 7) календарний.

21. До головних числових характеристик мережевого графа належать:

- 1) резерв часу настання події;
- 2) вільний резерв часу роботи;
- 3) повний резерв часу роботи;
- 4) критичний шлях;
- 5) ранній резерв часу роботи;
- 6) пізній резерв часу роботи;
- 7) робота.