# САМОСТІЙНА РОБОТА 1

**Тема.** Основні поняття  та методологічні основи системного аналізу.

**Мета**: набуття теоретичних знань та навичок, щодо основних понять,методологічних основ та принципів застосування методів мережного планування

Загальні відомості

Мета роботи. Навчитися використовувати метод мережного планування на вирішення завдань управління проектами.

План виконання

1. Вивчити теоретичну частину;

2. Отримати завдання викладача;

3. Виконати завдання 1 та 2:

3.1. Побудувати мережевий графік;

3.2. Визначити критичний шлях;

3.3. Відповісти на додаткові запитання до завдання;

3.4. Побудувати календарний план робіт;

4. Скласти звіт з лабораторної роботи. Звіт повинен мати таку структуру:

4.1. Титульний лист, який має містити таку інформацію:

4.1.1. Назва університету та кафедри, відповідальної за дисципліну;

4.1.2. Заголовок - номер та назва лабораторної роботи;

4.1.3. Підзаголовок - номер варіанта та номери завдань;

4.1.4. ПІБ та посади студента та викладача;

4.1.5. «м. Запоріжжя, 2022 рік»;

4.2. Звіт про рішення завдань 1 і 2, що містить наступне інформаційне наповнення:

4.2.1. Формулювання індивідуального завдання;

4.2.2. Мережевий графік;

4.2.3. Формулювання критичного шляху;

4.2.4. Календарний план робіт;

4.2.5. При необхідності знімки екрана монітора, що містять основні моменти вирішення задачі;

4.2.6. Відповіді питання завдання;

4.2.7. Результати рішення та висновки.

Вирішувані питання.

## Теоретичні відомості.

## 1.Розрахунок мережевого графіку.

Сучасні проекти зазвичай дуже складні і включають сотні і тисячі робіт, що виконуються різними фахівцями і зовнішніми підрядчиками. Тому без планування тут не обійтися. Мережеве планування – набір методів, який призначений для управління розкладом проекту. Його основний інструмент – мережевий графік, який дозволяє нам:

- виявити перелік робіт проекту;
- наочно представити порядок їх дотримання;
- визначити тривалість кожної роботи і всього проекту;
- визначити критичні роботи проекту і його критичний шлях;
- визначити резерви часу по кожній роботі;
- і так далі.

Далі описаний алгоритм побудови і використання мережевого графіка.

### 1.1 Правила побудови класичних мережевих графіків.

При побудові мережевого графіка: рекомендується направляти стрілки зліва направо і зображати їх по можливості горизонтальними лініями без зайвих пересічень.

Для правильного відображення взаємозв'язку між роботами мережевого графіка при його побудові необхідно дотримувати ряду правил.

**Перше правило**. Якщо роботи А, Б і В виконуються послідовно, то на мережевому графіку зображуються по горизонталі одна за одною (Рисунок. 1).

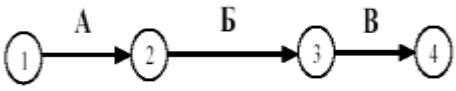



Рисунок.1

**Друге правило**. Якщо результат роботи А необхідний для виконання робіт Б і В, то на мережевому графіку це відображується таким чином (Рисунок. 2).

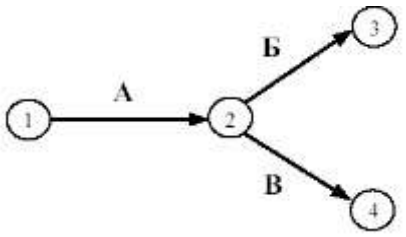
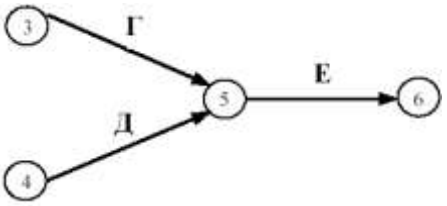



Рисунок. 2

**Третє правило.** Якщо результат робіт Г і Д необхідний для виконання роботи Е, то на мережевому графіку це зображується так (Рисунок. 3).




Малюнок. 3

**Четверте правило**. Роботи мережевого графіка не повинні 3 однакового коду. Якщо роботи Б, В, Г виходять з однієї події і виконання необхідне для звершення однієї і тієї ж події, то вводяться додаткові фіктивні роботи (Рисунок. 4).

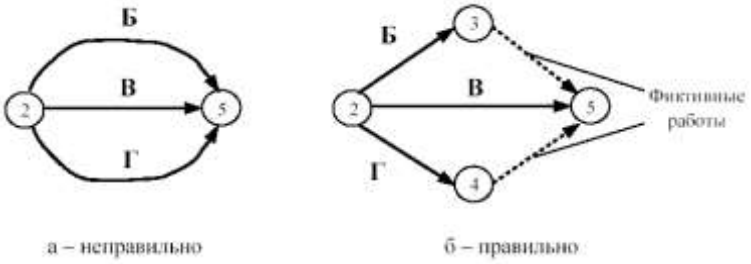



Рисунок. 4

**П'яте правило**. Якщо роботи Б, В і Г починаються після часткового виконання роботи А, то робота А розбивається на частини А1, А2 ... Аі і так далі, при цьому кожна робота А в мережевому графіку вважається самостійною роботою (Рисунок. 5).

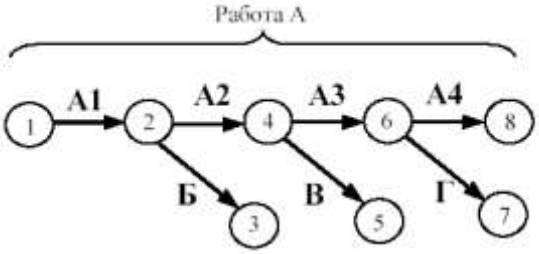



Рисунок. 5

**Шосте правило.** Якщо для початку роботи Ж необхідне виконання робіт В і Г, а для початку роботи Д виконання роботи Г, то в мережевий графік вводиться додаткова фіктивна робота (Рисунок. 6).

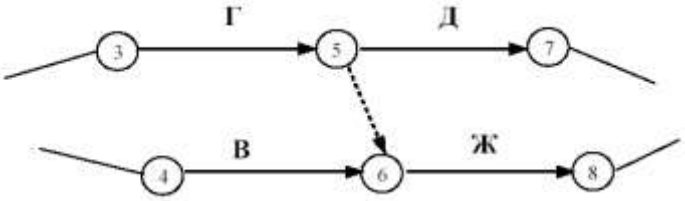



Рисунок. 6.

**Сьоме правило.** Якщо після закінчення роботи А можна почати роботу Б, а після закінчення роботи В роботу Г, а робота Д може бути почата лише після закінчення робіт А і В, то на мережевому графіку це зображується за допомогою двох додаткових фіктивних робіт (Рисунок. 7).

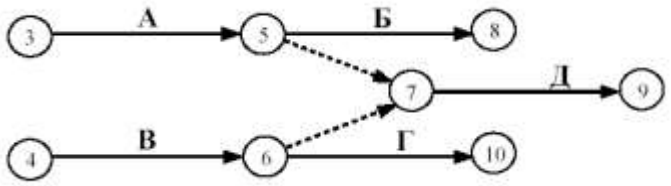



Рисунок. 7.

**Восьме правило.** У мережевому графіку не повинно бути замкнутих контурів (циклів), тобто ланцюжків робіт, що повертаються до тієї події, з якої вони вийшли. На малюнку 9 замкнутий контур (цикл) утворився з подій 3, 4, 2, 3. Наявність циклу в мережі свідчить про помилку у вихідних даних або в неправильному зображенні взаємозв'язку робіт. Така ситуація частіше виникає у великих і складних мережах, які розробляються декількома виконавцями. При виявленні подібної помилки мережевого графіка, після визначення при потрібно виправити (Рисунок. 8).



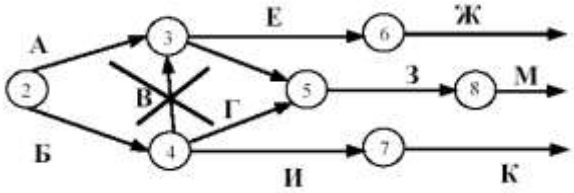



Рисунок. 8

**Дев'яте правило.** Події слід кодувати так, щоб номер початкової події даної роботи був менше номера кінцевої події цієї роботи (Рисунок 9).

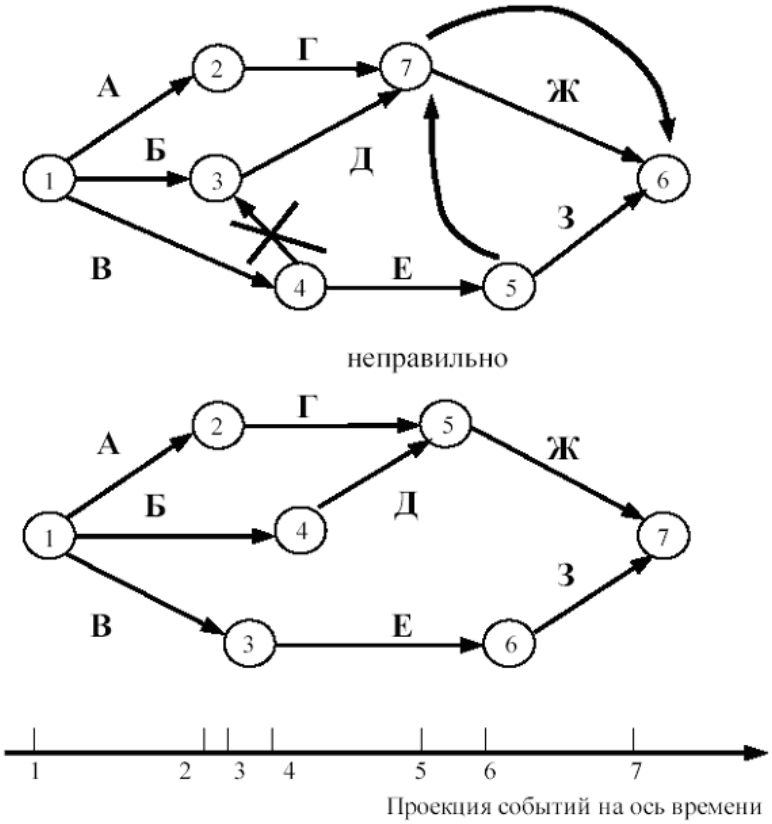
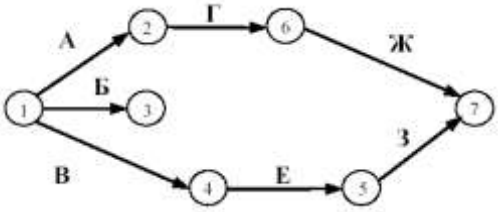


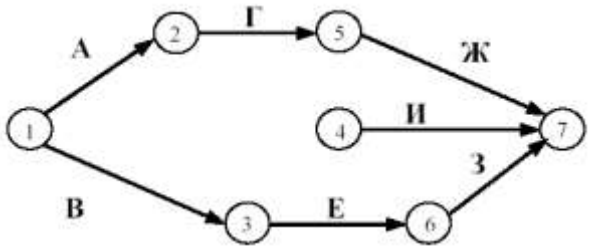

Рисунок 9.

**Десяте правило.** У одноцільовому мережевому графіку не повинно бути "безвиході", тобто таких подій, з яких не виходить жодної роботи (подія 2 на рисунку 10). Якщо в мережі, окрім кінцевої, з'явилася ще одна подія, з якої не виходить жодної роботи, – це означає або помилку при побудові мережевого графіка, або планування непотрібної роботи Б, результат якої нікого не цікавить (Рисунок 10).




Малюнок 10.

**Одинадцяте правило.** У мережевому графіку не повинно бути "хвост 5
тобто подій, в які не входить жодної роботи, якщо ці події не є початковими для даного мережевого графіка (подія 4 на рисунку 11). Якщо це правило порушене, і в мережі, окрім початкового, з'явилася ще одна подія, в яку не входить жодної роботи, – це означає або помилку при складанні мережевого графіка, або відсутність роботи, результат якої необхідний для початку роботи (Г).




Рисуннок 11.

**Дванадцяте правило.** При укрупненні мережевих графіків група робіт може зображуватися як одна робота, якщо в цій групі є одна кінцева подія і якщо ці роботи виконуються одним виконавцем за наявності в групі вхідних і вихідних робіт. Тривалість укрупненої роботи дорівнює тривалості найбільшої дороги від початкового до кінцевого подій цієї групи робіт.

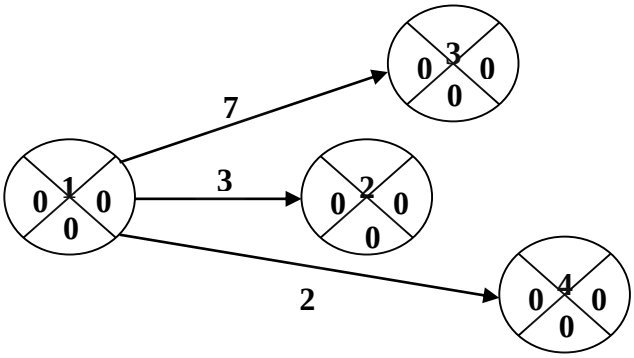
**1.2. Побудова мережевого графіка**.

Вихідні умови для вирішення задачі мережевого планування Таблиця1.

Таблиця 1.

| **Робота** | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-2 | 1-3 | 1-4 | 2-3 | 2-5 | 2-7 | 2-4 | 3-7 | 3-9 | 4-6 | 5-6 | 5-7 | 6-8 | 7-8 | 7-9 | 8-9 |
| **Тривалість (дні)** | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 7 | 2 | 9 | 13 | 8 | - | 6 | 10 | 5 | 3 | - | 7 | 22 | 4 | 12 |

Зображення топології починаємо з висхідної події і робіт, що виходить з нього. У нашому прикладі вихідною подією є робота 1. Роботи 2,3,4 є подальшими роботами відносно роботи 1, (Рисуннок 12).




Рисуннок 12.

При побудові мережевого графіка будемо використовувати чотирьох-секторний спосіб побудови, тобто кожне коло розбиваємо на чотири сектори

тоді: у верхньому секторі ставимо коди подій; у ліві сектори вписуємо найбільш ранні терміни завершення подій; у праві – найбільш пізні терміни завершення подій; у нижніх секторах - резерви подій, всі ці дані розрахуємо нижче і впишемо у мережевий графік (рисунок 13)

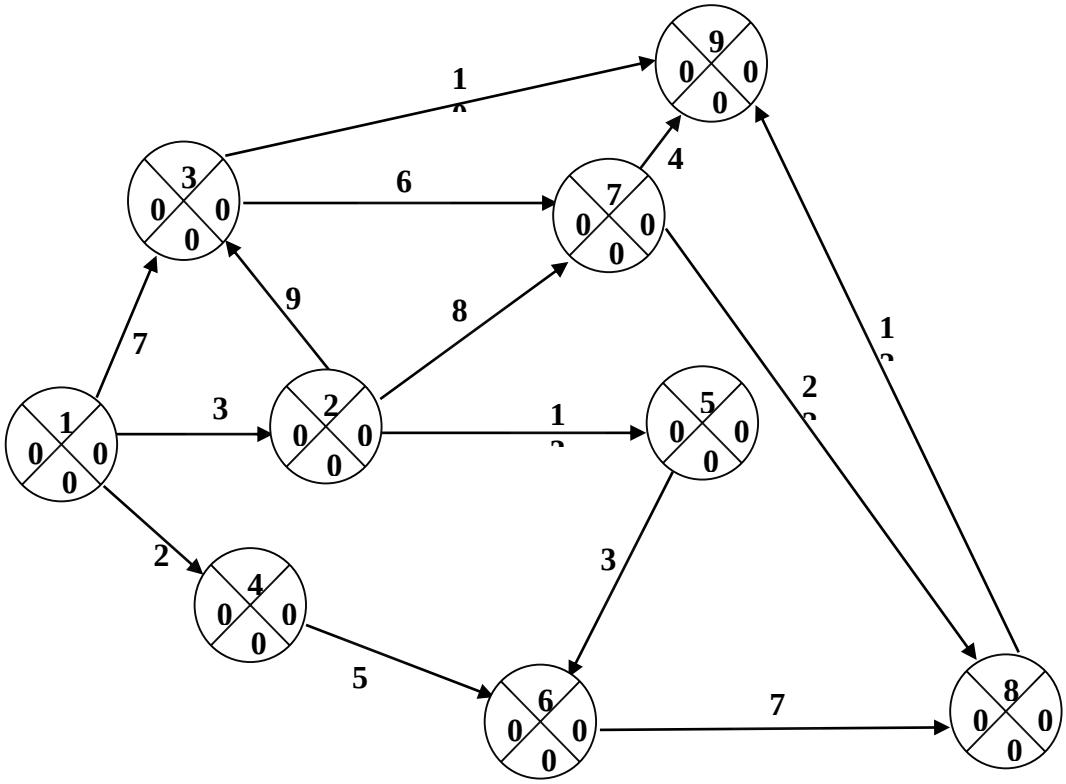



Рисунок 13.

**Ліві сектори** розраховуємо так:

Використаємо формулу $T_{p(i)}=T_{p(k)}+t_{(ij)}$,

де $T_{p(i)}$ – ранній термін настання події,

$T_{p(k)}$ - термін події, що передує $T_{p(i)}$,

$t_{(ij)}$ – тривалість відповідної роботи, де і та j – номери подій,що з'єднуються стрілкою ( роботою).

Враховуємо вибір максимального з можливих значень у випадку, коли певній події передують декілька подій.

Ліві сектори подій 2 та 4 матимуть ранні строки, що відповідають тривалості робіт, адже їм не передують ніякі події, тобто формула спроститься до вигляду $T_{p(i)}=t_{(ij)}$, отже ліві сектори подій 2 та 4 матимуть числа 3 та 2 відповідно.

$T_2=T_1+t_{(12)}=0+3=3$,

$T_3T_4=T_1+t_{(14)}=0+2=2$.

Обчислюємо значення лівого сектору події 5:

$T_5=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_2+t_{(25)}=3+13=16$.

Розглянемо подію 3, з першого погляду, можна сказати, що у лівому секторі повинна стояти цифра 7, але це на так тому, що події 3 передує подія 2, використавши формулу $T_3=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_2+t_{(23)}=3+9=12$, отримаємо 12, адже ми враховуємо вибір максимального з можливих значень у випадку, коли певній події передують декілька подій.

Наступна подія 6. Події 6 передують дві події, подія 5 та подія 4.

$T_6=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_4+t_{(46)}=2+5=7$ *або*

$T_6=T_{p(k)}+t_{(ij)}= T_5+t_{(56)} =16+3=19.$

Використовуємо термін події 5, адже потрібно використовувати максимальне з отриманих значень.

Аналогічно:



$T_7=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_2+t_{(27)}=3+8=11$ *або*

$T_7=T_{p(k)}+t_{(ij)}= T_3+t_{(37)} =12+6=18,$ обираємо саме цей варіант.

Події 8 передують події 6 та 7.

$T_8=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_6+t_{(68)}=19+7=26$

$T_8=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_7+t_{(78)}=18+22=40,$ отже лівий сектор матиме значення 40.

Події 9 передують події 3,7 та 8.

$T_9=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_3+t_{(39)}=12+10=22,$

$T_9=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_7+t_{(79)}=18+4=22,$

$T_9=T_{p(k)}+t_{(ij)}=T_8+t_{(89)}=40+12=42,$ отже лівий сектор матиме значення 42.

На цьому розрахунки значень лівих секторів завершені.

***Праві сектори*** заповняємо наступним чином :

Використаємо формулу $\boldsymbol{T_{n(i)}=T_{n(j)} - t_{(ij)},}$

де $T_{n(i)}$ – пізній термін,

$T_{n(j)}$ – пізній термін події, що йде безпосередньо за подією $T_{n(i),}$

$t_{(ij)}$ - тривалість відповідної роботи, де і та j – номери подій,що з'єднуються стрілкою ( роботою).

Розрахунок пізніх термінів починається із завершальної події, події 9, для якої пізній термін здійснення збігається із значенням раннього терміну.

Розрахунки :

Подія 8 $T_8=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_9 - t_{(89)} =52-12=40,$

Для події 7

$T_7=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_9 - t_{(79)} =52-4=48$ *або*

$T_7=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_8 - t_{(78)} =40-22=18,$ треба залишити мінімальне з отриманих значень число 18.

За подією 6 слудіє лише подія 8, тому маємо

$T_6=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_8 - t_{(68)} =40-7=33.$

Для подій 5 та 4 аналогічно попередньому випадку

$T_5=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_6 - t_{(56)} =33-3=30,$

$T_4=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_6 - t_{(46)} =33-5=28.$

При обчисленні пізнього терміну для події 3 потрібно врахувати, що подія 3 передує подіям 9 та 7, тобто треба залишити мінімальне з отриманих значень,

$T_3=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_9 - t_{(39)} =52-10=42$ *та*

$T_3=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_7 - t_{(37)} =18-6=12,$ записуємо число 12.

Подія 2 передує подіям 3,7 та 5, тобто

$T_2=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_3 - t_{(23)} =12-9=3,$

$T_2=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_5 - t_{(25)} =30-13=17,$

$T_2=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_7 - t_{(27)} =18-8=10,$ обираємо варіант $T_2=3.$

І для події 1

$T_1=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_2 - t_{(12)} =3-3=0,$

$T_1=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_3 - t_{(13)} =12-7=5,$

$T_1=T_{n(j)} - t_{(ij)}= T_4 - t_{(14)} =28-2=26,$ обираємо варіант $T_1=0.$

Як результат, маємо нулі у лівому та правому секторах події 1, що свідчить про правильне виконання обчислень значень мережевого графіку.

***Нижні сектори,*** що містять значення резерву часу заповняємо наступним чином: для кожної події від значення правого сектору віднімаємо значення лівого.

Використаємо формулу $R_{(i)}=T_{n(i)}-T_{p(i)}$.



$R_9=52-52=0$,

$R_8=40-40=0$,

$R_7=18-18=0$,

$R_6=33-19=14$,

$R_5=30-18=12$,

$R_4=28-2=26$,

$R_3=12-12=0$,

$R_2=3-3=0$,

$R_1=0-0=0$.

Для подій критичного шляху $T_{p(i)} = T_{n(i)}$ , тобто **критичний шлях з'єднує події <u>1-2-3-7-8-9.</u>**

Після всіх розрахунків ми можемо завершити побудову мережевого графіка (Рисуннок 14).

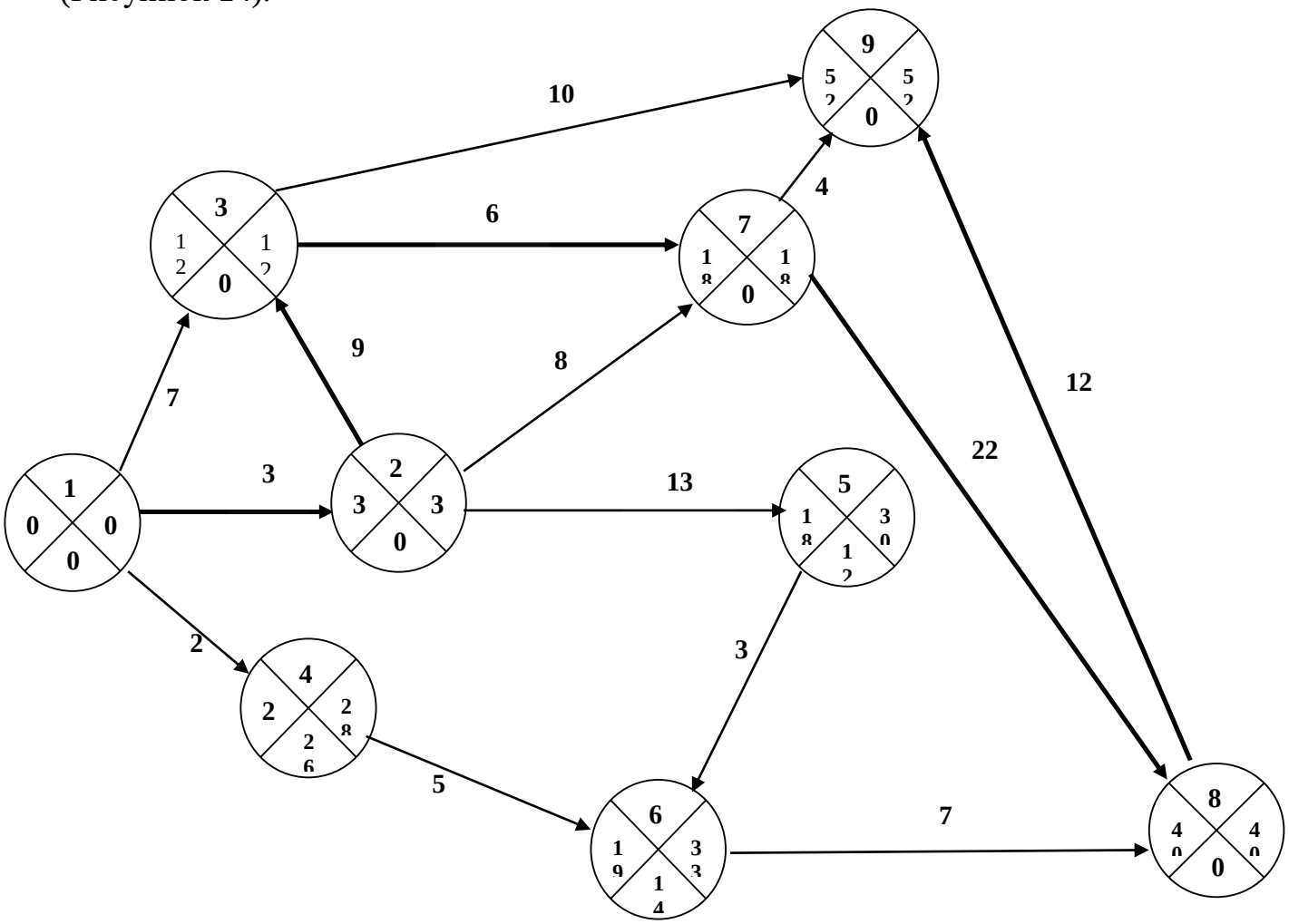



Рисунок 14. Мережевий графік.

## Завдання до самостійної роботи

1.Опрацюйте теоретичний матеріал , наведений в лекції та у даних матаріалах ло виконання самостійної роботи.

2. Побудуйте мережевий графік за вхідними умовами ( согласуйте з викладачем), необхідними для вирішення задачі мережевого планування.

3. Визначте критичний шлях.

4. Звіт оформити згідно з вимогами до оформлення індивідуальних робіт.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ:

1. Що таке мережева модель?
2. Назвіть правила побудови мережевої моделі.
3. Опишіть алгоритм проведення нумерації?
4. Як відбувається розрахунок мережевої моделі?
5. Як визначаються резерви часу?
6. Які резерви часу ви знаєте?
7. Які бувають види робіт?
8. Чим робота відрізняється від події?

## ТЕСТИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Виберіть правильну думку першого правила побудови мережевої моделі

A) Жодна пара робіт не повинна визначатися однаковими початковими та кінцевими подіями

B) Кожна операція в мережі є однією дугою (стрілкою)

C) Кожна операція в мережі представляється двома дугами

D) Кожна пара робіт повинна визначатися однаковими початковими та кінцевими подіями

E) Кожна операція в мережі представляється трьома дугами

2. Виберіть правильне судження другого правила побудови мережевої моделі

A) Кожна операція в мережі є однією дугою (стрілкою)

B) Кожна операція в мережі представляється двома дугами

C) Жодна пара робіт не повинна визначатися однаковими початковими та кінцевими подіями

D) Кожна пара робіт повинна визначатися однаковими початковими та кінцевими подіями

E) Кожна операція в мережі представляється трьома дугами

3. Перший етап Розрахунку критичного шляху «Прямим проходом» починається з обчислення …….

A) з критичної події і продовжуються до тих пір, поки не буде досягнуто завершальну подію всієї мережі

B) з завершального події мережі і продовжуються, доки не буде досягнуто вихідну подію

C) з вихідної події і продовжуються доти, доки не буде досягнуто завершальної події всієї мережі

D) із завершальної події

E)з будь-якої події

4. Другий етап Розрахунку критичного шляху «Зворотним проходом» починається з обчислення …….

A) вихідної події і продовжуються до тих пір, поки не буде досягнуто завершальну подію всієї мережі

B) критичної події і продовжуються до тих пір, поки не буде досягнуто завершальну подію всієї мережі

C) будь-якої події

D) завершальної події мережі і продовжуються, доки не буде досягнуто вихідну подію

E) завершальної події, до початкової події

5. Повний резерв часу є

A) максимально можлива затримка роботи, що не впливає на остаточний термін виконання проекту

B) не викликає затримки у здійсненні всього проект

C) що не впливає на початок наступних робіт

D) не впливає на попередні та подальші роботи

E) викликає затримки у здійсненні всього проект

6. Вільний резерв часу є

A) максимально можлива затримка роботи, що не впливає на остаточний термін виконання проекту

B) не викликає затримки у здійсненні всього проект

C) що не впливає на початок наступних робіт

D) Не впливає на попередні та подальші роботи

E) викликає затримки у здійсненні всього проекту

7. Незалежний резерв часу є

A) максимально можлива затримка роботи, що не впливає на остаточний термін виконання проекту

B) не викликає затримки у здійсненні всього проект

C) що не впливає на початок наступних робіт

D) Не впливає на попередні та подальші роботи

E) викликає затримки у здійсненні всього проекту

8. Що являє собою критичний шлях

A) безперервну послідовність критичних робіт, що не пов'язують вихідних та завершальних подій мережі

B) переривчасту послідовність критичних робіт, що пов'язують вихідну та завершальну події мережі

C) безперервну послідовність критичних робіт, що пов'язують вихідну та завершальну події мережі

D) зворотну послідовність критичних робіт

E) кінцеві події мережі

9.У чому унікальність фіктивної роботи

A) не потребує витрат

B) не вимагає вкладень

C) не вимагають витрат ні часу, ні ресурсів

D) вимагають витрат, але не потребують часу

E) вимагає більше часу