

## **Тема 6. Сіткове та календарне планування проектів (2 год.)**

1. Загальна характеристика і види сіткових графіків.
2. Сіткове планування в проектах.
3. Методи скорочення тривалості виконання проекту.
4. Календарне планування проектів.

## 1. Загальна характеристика і види сіткових графіків

Структуризація проекту, про яку йшлося у попередній лекції, є початковим кроком у плануванні проекту і вирішує завдання визначення першої його основної цілі - планування обсягів робіт. Паралельно застосуванню багатоспрямованої структуризації йде оцінка затрат і ресурсів по роботах і проекту в цілому. Проте етап структуризації не дає змоги відповісти на запитання: скільки часу потрібно, щоб виконати всі роботи за проектом, якими є календарні терміни виконання окремих робіт, субпроектів, як розподіляється у часі потреба у різних ресурсах упродовж виконання проекту? Тобто постає потреба планування ще однієї головної мети проекту - виконання його у часі.

Для вирішення цього завдання у проектному менеджменті застосовується сіткове і календарне планування. Враховуючи, що для успішної роботи над проектом менеджеру треба швидко опрацьовувати значний масив інформації, життєво необхідними стають такі спеціальні інструменти, як сітковий і календарний графіки.

Використання цих інструментів у плануванні проекту дає низку переваг, до яких належать можливості:

- визначити і наочно представити повний обсяг робіт у вигляді графіка;
- встановити такі цілі проекту щодо часу виконання робіт, вартості й обсягів ресурсів, що їх реально можна досягнути;
- оцінити бюджет проекту;
- за ходом здійснення проекту контролювати виконання робіт і передбачати подальший перебіг подій;
- ефективно розподілити відповідальність за проектні роботи між членами команди;
- визначивши критичні роботи, переміщувати ресурси, зменшувати ризики і невизначеність.

### Сіткове планування

Сіткове планування виникло у 50-х роках, коли почали розвиватися комп'ютерні засоби. Його методи мають таку відому міжнародну назву та абревіатуру, як метод критичного шляху - СРМ (Critical path method), або аналіз критичного шляху - СРА (Critical path analysis), або метод оцінки й огляду програми - PERT (Programme evaluation and review technique). У нашій практиці ці методи мають назву «сіткові графіки».

Сіткове планування полягає у створенні логічних діаграм послідовності виконання проектних робіт - сіткових графіків - і визначенні тривалості цих робіт та проекту в цілому з метою подальшого контролю.

Застосування сіткового планування допомагає відповісти на такі запитання:

1. Скільки часу потрібно на виконання усього проекту?
2. У який час мають розпочинатися та закінчуватися окремі роботи?
3. Які роботи є «критичними» і повинні виконуватися точно за графіком, аби не зірвати строки виконання проекту у цілому?
4. На який термін можна відкласти виконання «некритичних» робіт, щоб це не вплинуло на строки виконання проекту?

Сіткове планування полягає передусім у побудові сіткового графіка та обчисленні його параметрів.

**Сітковий графік** - це графічне подання робіт проекту, яке відбиває їх послідовність та взаємозв'язок. Для його побудови потрібно мати таку інформацію: список робіт; логічні зв'язки між ними.

**Логічні зв'язки.** До побудови сіткової діаграми потрібно визначити зв'язки між роботами, які можуть бути двох типів:

- послідовні, коли одна робота виконується після другої;
- паралельні, коли декілька робіт можуть виконуватися водночас.

Залежно від способу зображення їх розрізняють два види сіткових графіків:

- стрілочасті;
- графіки передування.

Першими у сітковому плануванні почали застосовувати саме стрілочасті графіки. Для них характерним є зображення роботи у вигляді стрілки (звідси й пішла назва цього графіка), а логічні зв'язки між роботами встановлюються так званими подіями, які зображуються у вигляді кіл, що свідчать про початок і закінчення тієї чи іншої роботи.

Графіки передування отримали свій розвиток із широким застосуванням програмного забезпечення і сьогодні потіснили стрілочасті графіки. В них, на відміну від попередніх, роботи подано у вигляді прямокутників, а стрілками позначаються логічні зв'язки.

**Тривалість роботи** - це час від її початку до закінчення. Залежно від типу проекту тривалість може визначатися у годинах, змінах, днях, тижнях, місяцях.

**Календар робіт** - документ, який показує календарні дати початку і завершення робіт виходячи з режиму роботи проектною командою, вихідних та святкових днів.

## 2. Сіткове планування в проектах

Разом із лінійними графіками та табличними розрахунками, сіткові методи планування знаходять широке застосування при розробці перспективних планів та моделей створення складних виробничих систем та інших об'єктів довгострокового використання. Сіткові плани робіт 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 потребу в необхідних економічних ресурсах.

**Сіткове планування** - одна з форм графічного відображення змісту робіт і тривалості виконання планів і довгострокових комплексів проектних, планових, організаційних та інших видів діяльності підприємства, яка забезпечує подальшу оптимізацію розробленого графіка на основі економіко-математичних методів та комп'ютерної техніки.

*Застосування сіткового планування допомагає відповісти на такі питання:*

1. Скільки часу потрібно на виконання усього проекту?
2. Протягом якого часу повинні розпочинатися та закінчуватися окремі роботи?
3. Які роботи є «критичними» і повинні виконуватися точно за графіком, аби не зірвати терміни виконання проекту в цілому?
4. На який термін можна відкласти виконання «некритичних» робіт, щоб це не вплинуло на строки виконання проекту?

Сіткове планування полягає, передусім, у побудові сіткового графіка та обчисленні його параметрів.

**Сіткова модель** - множина поєднаних між собою елементів для опису технологічної залежності окремих робіт і етапів майбутніх проектів. Основним плановим документом системи сіткового планування є **сітковий графік**, що являє собою інформаційно-динамічну модель, яка відображає всі логічні взаємозв'язки та результати робіт, необхідних для досягнення кінцевої мети планування.

**Роботами** у сітковому графіку називаються будь-які виробничі процеси чи інші дії, які призводять до досягнення певних результатів, подій.

**Подіями** називаються кінцеві результати попередніх робіт. Подія являє собою момент завершення планової дії. Події бувають початковими, кінцевими, простими, складними, проміжними, попередніми, наступними і т. ін.

*На будь-якому графіку прийнято розрізняти декілька шляхів:*

- повний шлях від початкової до кінцевої події;
- шлях, що передує даній події від початкової;
- шлях, наступний за даною подією до кінцевої;
- шлях між декількома подіями;
- критичний шлях від початкової до кінцевої події максимальної тривалості.

Сіткові графіки будуються зліва направо графічним зображенням проектних робіт та визначенням логічних зв'язків між ними. Залежно від способу зображення існують такі види сіткових графіків:

- стрілчасті графіки;
- графіки передування.

**Стрілчасті графіки** почали застосовуватися у 50-х роках. Вони мали вигляд зображення роботи у вигляді стрілки, а зв'язки між роботами зображалися у вигляді кіл та мали назву подій, які мали порядкові номери (рис. 1).

**Графіки передування** почали використовуватися у 60-х роках минулого століття. На відміну від стрілчастих, роботи подано у вигляді прямокутників, а стрілками позначають логічні зв'язки (рис. 2).

Графіки передування мають свої переваги, оскільки такі графіки легше створювати, спочатку зобразивши всі прямокутники - роботи, а потім позначивши логічні зв'язки між ними. Від графіків передування простіше перейти до діаграм Ганта, які є формою календарного планування.

Ідея графічного зображення взаємозв'язків між роботами не є новою. Новими є метод оптимізації почасових та вартісних параметрів, критичний шлях та обробка інформації при використанні ЕОМ. Поєднання нових методів зі старими призвело до створення системи ПЕРТ (метод оцінки та перегляду планів). Завдяки ПЕРТ менеджери швидко можуть визначити «вузькі місця» у виконанні графіків та розподілити належним чином ресурси з метою ліквідації відставань. Система ПЕРТ може бути реалізована в декількох варіантах:

1. ПЕРТ / час.
2. ПЕРТ / витрати.

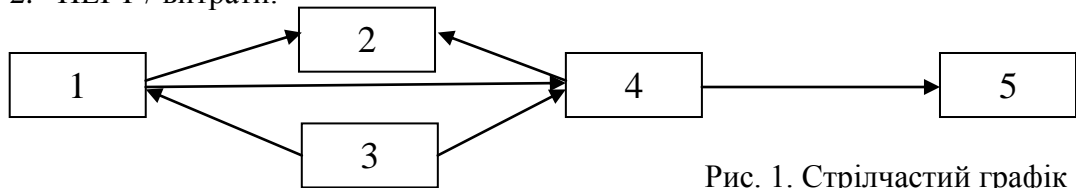


Рис. 1. Стрілчастий графік

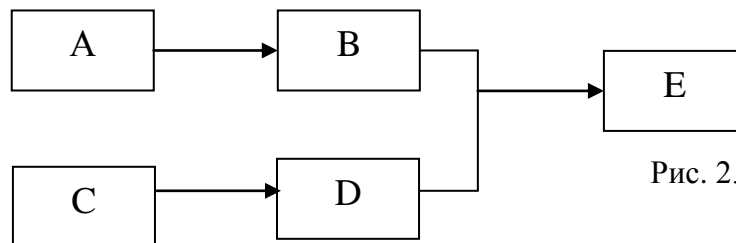


Рис. 2. Графік передування

Перший метод має такі особливості: сітковий графік, почасові оцінки, визначення резервів часу та критичного шляху, прийняття, за необхідності, оперативних заходів по коригуванню графіка. Сітковий графік ПЕРТ показує послідовність етапів, необхідних для досягнення поставленої цілі.

Для кожної роботи, як правило, потрібно від однієї до трьох почасових оцінок.

Перша проводиться для критичного шляху. Друга визначає очікуваний термін настання будь-якої події. Третя оцінка полягає в знаходженні самого пізнього з «найбільш пізніх» термінів, при якому ще не затримується виконання всього проекту.

Метод «ПЕРТ / витрати» являє собою подальший розвиток методу «ПЕРТ / час» у напрямку оптимізації сіткових графіків по вартості. Для нього характерні такі етапи:

- Проведення структурного аналізу робіт по проекту.
- Визначення видів робіт.
- Побудова сіткових графіків.
- Встановлення залежностей між тривалістю робіт та вартістю.
- Періодичне коригування сітки та оцінок.
- Контроль за ходом виконання робіт.
- Проведення, за необхідності, заходів, які забезпечували б виконання робіт по плану.

Як зазначає А. Ільїн, існує близько 100 різновидів методу ПЕРТ, але вони мають загальні характеристики; до них можна віднести такі особливості застосування цього методу:

- система примушує ретельно планувати проекти, для яких він застосовується;
- ПЕРТ дає можливість моделювати та експериментувати;
- застосування методу розширює участь у плануванні спеціалістів нижчого рівня;
- підвищує ефективність контролю;
- метод застосовується для розв'язання різних планових задач;

- для складних сіток вартість застосування системи ПЕРТ є значною, що є обмеженням в застосуванні її на невеликих об'єктах;
- неточність оцінок знижує ефективність методу;
- якщо час здійснення подій неможливо передбачити (як, наприклад, у наукових дослідженнях), то система не може бути використана.

Найважливішими *етапами сіткового планування* є такі:

- розподіл комплексу робіт на окремі частини і їхнє закріплення за виконавцями;
- виявлення й опис кожним виконавцем усіх подій і робіт, необхідних для досягнення поставленої мети;
- побудова первинних сіткових графіків і уточнення змісту планових робіт;
- об'єднання окремих частин сіток і побудова зведеного сіткового графіка виконання комплексу робіт;
- обґрунтування чи уточнення часу виконання кожної роботи у сітковому графіку.

На початку сіткового планування випуску нового виробу необхідно виявити, якими подіями буде характеризуватися комплекс робіт. Кожна подія повинна встановлювати завершеність попередніх дій. Усі події і роботи, що входять у заданий комплекс, рекомендується перераховувати у порядку їх виконання, проте окремі з них можуть виконуватися одночасно.

Далі проводиться побудова первинних сіткових графіків, їх перевірка та об'єднання окремих сіток у зведену модель.

Завершальним етапом сіткового планування є визначення тривалості виконання окремих робіт чи сукупних процесів.

По кожній роботі, як правило, дається декілька оцінок часу: мінімальна, максимальна та найвірогідніша. Отримана найвірогідніша оцінка часу не може бути прийнята як нормативний показник часу виконання кожної роботи. Взагалі, існує три типи сіткових моделей, які використовуються для окладних проектів, а саме:

- моделі типу «вершини — роботи». Роботи представлені у вигляді прямокутників, пов'язаних логічними залежностями;
- моделі «вершини — події» (кожна робота визначається номером - початок - закінчення. Робота визначається стрілками між двома вузлами і номерами вузлів, які вона пов'язує);
- змішані (робота представлена у вигляді прямокутника (вузла) або лінії (стрілки). Крім того, існують прямокутники та лінії, які не представляють роботу: одночасні події та логічні залежності.
  - Тривалість — це час виконання роботи.
  - Ранні й пізні дати. Ці дати можуть бути визначені на основі оціночних тривалостей всіх робіт. Початок і закінчення однієї роботи може залежати від закінчення іншої. Таким чином, існує найбільш рання дата, коли робота може бути розпочата - дата раннього початку. Дата раннього початку та оціночна тривалість роботи складають дату раннього закінчення. Якщо дата пізнього початку відрізняється від дати раннього початку, то проміжок, під час якого робота може бути розпочата, називається резервом часу.

#### **Визначення критичного шляху**

Роботи з нульовим резервом часу називаються *критичними*, їх тривалість визначає тривалість проекту в цілому.

*Критична тривалість* — мінімальна тривалість, протягом якої може бути виконаний весь комплекс робіт проекту.

*Критичний шлях* — шлях у сітковій моделі, тривалість якого дорівнює критичній. Критичний шлях — це послідовність робіт із нульовими резервами часу.

Роботи, які лежать на критичному шляху, називаються *критичними роботами*.

Розрахунки основних параметрів сіткових графіків повинні бути використані при аналізі й оптимізації сіткових стратегічних планів.

### 3. Методи скорочення тривалості виконання проекту

Визначення за допомогою сіткових графіків критичного шляху і тривалості виконання робіт інколи показує, що обчислені терміни перевищують планові завдання. Виникає потреба скорочення окремих робіт для забезпечення запланованого строку виконання проекту. Цю процедуру ще називають оптимізацією сіткового графіка.

Менеджер проекту може використовувати такі методи скорочення тривалості робіт:

- 1) перерозподіл ресурсів від некритичних до критичних робіт (з метою скорочення терміну їх виконання) в межах запасу часу;
- 2) зміна логічних зв'язків (там, де це можливо): замість послідовних - паралельні;
- 3) нове обчислення тривалості робіт критичного шляху (у міру надходження більшої інформації);
- 4) зміна режиму роботи (замість п'ятиденного тижня - шести- або семиденний), проте потрібно враховувати зниження продуктивності праці й збільшення затрат на оплату праці;
- 5) якщо внутрішні ресурси перевантажені, - використання субпідрядників (або тимчасових працівників);
- 6) зміна засобів транспортування матеріалів (якщо через застосовувані спричиняється затримка): замість залізниці або кораблів - літаки;
- 7) технічні зміни, які скорочують тривалість виконання роботи і спрощують її зміст (альтернативні матеріали, інші засоби складання тощо);
- 8) матеріальне стимулювання - премії за скорочення тривалості робіт;
- 9) підвищення рівня кваліфікації, яке підвищує ефективність праці;
- 10) поліпшення умов праці і мотивація (з використанням теорій Маслоу, Херцберга, Мак-Грегора);
- 11) якщо головні критерії — час і затрати, то скорочується обсяг робіт.

Зазвичай усі ці шляхи потребують збільшення ресурсів (використання додаткових працівників або позаурочного часу), що призводить до підвищення витрат на проект. Тому менеджер проекту кожного разу має шукати компроміс між скороченням часу виконання робіт і економією додаткових витрат на проект. При цьому він повинен враховувати «поведінку» різних витрат: прямі витрати, які становлять до 80 % усіх затрат за проектом, із скороченням тривалості виконання робіт збільшуються (треба залучати більше працівників, техніки та ін.), а накладні (орендна плата, амортизаційні нарахування тощо) — скорочуються. Можна знайти таку тривалість проекту, яка дозволяє мінімізувати сукупні витрати для здійснення запланованих робіт. Проте якщо час є пріоритетом «номер один» і постає завдання скоротити терміни виконання, що їх показав початковий сітковий графік, виникає потреба скорочення строків за рахунок збільшення витрат шляхом перегляду первісного сіткового графіка.

Розглянуті вище різноманітні аспекти сіткового планування дозволяють забезпечити перший етап планування проекту у часі, продовженням якого є календарне планування.

#### 4. Календарне планування проектів

Важливе місце у плануванні проекту мають завдання календарного планування.

**Календарне планування** - це процес складання й коригування розкладу, в якому роботи, що виконуються різними організаціями, взаємопов'язуються між собою в часі і з можливостями їх забезпечення різними видами матеріально-технічних та трудових ресурсів.

При календарному плануванні обов'язково повинно враховуватися дотримання заданих обмежень (тривалість робіт, ліміти ресурсів) та оптимальний розподіл ресурсів.

У ході реалізації проекту застосовуються різні *типи календарних планів*, які можна класифікувати за різними ознаками:

1) за рівнем планування:

- календарні плани проекту (розробляються до укладання контрактів);
- функціональні календарні плани робіт (ФКПР).

У свою чергу, функціональні календарні плани робіт поділяються:

2) за типами робіт:

- ФКПР проектування;
- ФКПР матеріально-технічного забезпечення;
- ФКПР будівництва;
- ФКПР введення в експлуатацію і освоєння;
- ФКПР також можуть бути складені як окремі елементи, підсистеми, комплекси великого проекту, які в цьому випадку розглядаються як мініпроекти;

3) за глибиною планування:

- перспективні графіки;
- графіки початку й завершення робіт по проекту; >- щомісячні, щотижневі, щоденні.

4) за формою подання:

- логічні мережі;
- графіки;
- діаграми і т. п.

**Параметрами календарного плану** в найпростішому варіанті є дати початку та закінчення кожної роботи, їх тривалість та необхідні ресурси.

У більшості складних календарних планів існують до 6 варіантів моментів початку, закінчення, тривалості робіт та резервів часу. Це ранні, пізні, базові, планові і фактичні дати, реальний та вільний резерв часу. Методи розрахунку сіткових моделей дозволяють розраховувати тільки ранні та пізні дати. Базові та поточні планові дати необхідно вибирати з урахуванням інших факторів. Існує три варіанти вибору:

1. Календарний план за датою раннього початку. Використовується для стимулювання виконавців проекту.
2. Календарний план за датою пізнього завершення. Використовується для представлення виконання проекту в кращому вигляді для споживача.
3. Календарний план, який вибирається для згладжування ресурсів або для представлення замовнику найбільш імовірного закінчення.

**Дата раннього початку** — це найбільш рання дата, коли робота може бути розпочата. Якщо до неї додати тривалість роботи, отримаємо **дату її раннього завершення**. Через те, що виконання роботи може залежати від завершення якогось її елемента, існує остання дата, коли робота може бути завершена без затримки роботи проекту. Ця дата обчислюється як сума дати пізнього початку та тривалості виконання роботи. Якщо дати пізнього та раннього початку відрізняються, то проміжок, коли робота



може бути розпочата, називається **резервом часу** і визначається як різниця дати пізнього початку та дати раннього початку. Якщо тривалість роботи не змінюється, то різниця між раннім і пізнім печатками та раннім і пізнім її завершенням збігається. Таке припущення роблять у більшості систем планування. Робота з нульовим резервом часу називається **критичною**, її тривалість визначає тривалість реалізації проекту загалом. **Критична тривалість** - мінімальна тривалість, протягом якої може бути виконаний весь комплекс робіт проекту.

**Критичний шлях** - шлях у сітковій моделі, тривалість якого дорівнює критичній. Роботи, що лежать на критичному шляху, називаються критичними.

Метод критичного шляху є основним для розрахунку ранніх та пізніх початків та закінчень робіт та резервів часу. Календарний план, як перелік тільки планових параметрів проектних робіт, втрачає свій сенс без порівняння з фактичними термінами виконання, тому частіше говорять про **календарний графік**. Він відбиває планові та фактичні дані про початок, кінець і тривалість кожного робочого елемента. Існують різні **способи відображення календарного плану**:

1. **Табличний.** У таблиці подається перелік робіт на певному рівні WBS за датами початку, кінця, тривалості по кожній із робіт (табл. 1).

Таблиця 1.

Календарний план проекту

Код роботи	Робота	Тривалість, дні	Дата початку	Дата кінця	Резерв, дні
A					
B					
C					
D					
E					

2. **Діаграмний.** Подання у вигляді діаграм Ганта (названа за ім'ям німецького інженера Генрі Ганта, який вперше запропонував цей інструмент календарного планування проектів).

Робота	Поточна дата						
	01.01	02.01	03.01	04.01	05.01	06.01	07.01
A							
B							
C							
D							
E							

Умовні позначення:

	критична робота
	запас часу

Позитивними рисами діаграми Ганта є:

- легкість побудови та читання;
- можливість подання перебігу виконання робіт за проектом;
- дає зрозуміти ідею запасу часу і його використання;
- є прекрасним засобом планування й контролю, передумовою календарного планування потреб у ресурсах;
- є умовою визначення грошових потоків;
- є ключовим документом у процесі прийняття рішень тощо.

Перед тим як розмішувати роботу на діаграмі, потрібно розглянути, чи існує логічний зв'язок між роботами, тривалість робіт, залежно від забезпечення необхідними

ресурсами, розподіл ресурсів між роботами. Діаграма Ганта дає можливість наочно визначити, які роботи є критичними, а які - некритичними, який запас часу мають некритичні роботи, резерв часу, логічний зв'язок між роботами.

**Тривалість роботи** - це головний параметр планування. Вона залежить від сумарної трудомісткості, що витрачається на виконання елементів роботи, і числа працюючих, які можуть її виконати. Звичайно, що тривалість роботи залежить від обсягу, який потрібно виконати, та інтенсивності виконання роботи. Тривалість роботи можна визначити за формулою:

$$TP = TM : ЧП,$$

де TP - тривалість роботи, дні;

TM - трудомісткість роботи, люд.-днів;

ЧП - чисельність працюючих, осіб.

При оцінці реальної тривалості потрібно врахувати різні фактори, а саме: втрачений час на непроєктні роботи (святкові, вихідні, лікарняні тощо), робота у неповний день, перешкоди.

Задачі планування мають, як правило, два типи постановки:

1. *Облік потреб в окремих видах ресурсів та їх згладжування.* Дана задача зводиться до побудови гістограм загальної потреби в ресурсах для заданого варіанта календарного плану. Гістограми показують розподіл потреби в ресурсах у часі, дозволяють порівняти цю потребу з можливостями своєчасного забезпечення ресурсами відповідного проекту і слугують для оцінки якості та реальності варіанта календарного плану.

2. *Розподіл ресурсів.* В залежності від прийнятого критерію оптимальності та характеру обмежень, задачі розподілу ресурсів поділяють на: задачі оптимізації відхилень від заданих термінів або мінімізації термінів настання цільових подій при дотриманні обмежень на ресурси та задачі оптимізації деяких показників якості використання ресурсів при заданих термінах виконання комплексу робіт.

При аналізі результатів розрахунків та факторів виконання проекту, необхідно виявити можливості та спрогнозувати дію дестабілізуючих факторів, розробити заходи, які сприятимуть виконанню проекту.

У цілому, аналіз можливості реалізації проекту проводиться на основі вхідної інформації з врахуванням технічного проекту календарного плану, оцінки витрат за додатковими критеріями таким чином:

- проводиться інтегральна оцінка надійності проекту, а саме: ресурсні можливості реалізації (чи достатньо ресурсів і чи можливо отримати необхідні ресурси для виконання робіт); економічні можливості реалізації (мінімальні витрати за даним варіантом); фінансові можливості реалізації (чи буде план забезпечений фінансовими ресурсами);
- на основі проведеної оцінки проводяться коригування, оптимізація проекту (чи задовольняє проект плану плановим критеріям) і приймається робочий проект календарного плану.

Документація по пакету календарного плану проекту включає:

- комплексний (зведений) календарний план;
- детальні календарні плани по виконавцях;
- детальні календарні плани по пакетах робіт;
- відомості потреб у ресурсах;
- план заключення контрактів;
- організаційно-технологічні заходи по реалізації плану;
- план контролю за ходом виконання робіт.

### ***Питання для самоперевірки і повторення***

1. Які форми графічного відображення робіт проекту Ви знаєте?
2. Наведіть приклади застосування сіткового планування.
3. Охарактеризуйте елементи побудови сіткового графіка.
4. Які основні принципи побудови стрілчастих графіків та графіків передування?
5. Сутність, завдання та види календарних планів.
6. Назвіть основні етапи розробки календарних планів.
7. Яке значення сіткового планування в управлінні проектами?
8. Що таке критичний шлях?
9. Що таке оптимізація сіткового графіка?
10. Охарактеризуйте основні напрямки оптимізації планів.