

#### **Тема 4. Управління часом виконання проекту**

**1. Календарне планування проекту**

**2. Сіткове планування проекту**

**3. Оптимізація проекту**

**1. Календарне планування проекту**

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 початками 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. 4.1).

Таблиця 4.1.

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						
A							
B							
C							
D							
E							

Умовні позначення:

- критична робота
- запас часу.

Рис. 4.1 Діаграма Ганта

*Позитивними рисами* діаграми Ганта є (рис. 4.1):

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

Перед тим як розміщувати 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:

$$TP = TM : ЧП, \quad (4.1)$$

де  $TP$  - тривалість роботи;

$TM$  - трудомісткість роботи;

$ЧП$  - чисельність працюючих.

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

Тривалість деяких робіт може залежати від вчасності постачання матеріалів. Крім того, при призначенні базових або поточних планових дат необхідно враховувати ресурсні обмеження.

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.

За необхідності, підготувати пропозиції щодо скорочення тривалості робіт. Обов'язково потрібно зробити аналіз спроможності реалізації проекту. Він проводиться у дві стадії. На першій - аналізується наявність ресурсів по всіх роботах, на другій - проводиться згладжування ресурсів. Можливо, деякі ресурси потрібно купити, орендувати, на виконання деяких робіт потрібно заключити контракти тощо.

Для кожної операції відома оцінка вартості, тому для аналізу економічної реалізованості потрібно мати набір вартостей в залежності від тривалості виконання кожної операції. Економічна можливість реалізації необхідна для визначення тривалості проекту, яка відповідає мінімальній вартості.

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 укладання контрактів;
- організаційно-технологічні заходи по реалізації плану;
- план контролю за ходом виконання робіт.

Таким чином, календарне планування займає важливе місце в планування проекту.

## **2. Сіткове планування проекту**

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 підприємства зі створення нової конкурентоспроможної 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 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 [27].

**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. Роботою слід вважати і можливі очікування початку наступних процесів, пов'язані з перервами чи додатковими витратами часу.

**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 всіх сіткових графіках важливим показником є шлях, що визначає послідовність робіт чи подій, в якій результат однієї стадії збігається з початковим показником наступної за нею іншої фази. *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* [27].

**Стрілчасті графіки (АДМ)** почали застосовуватися у 50-х роках. Вони



мали вигляд зображення роботи у вигляді стрілки, а зв'язки між роботами зображувалися у вигляді кіл та мали назву подій, які мали порядкові номери (рис. 4.2).

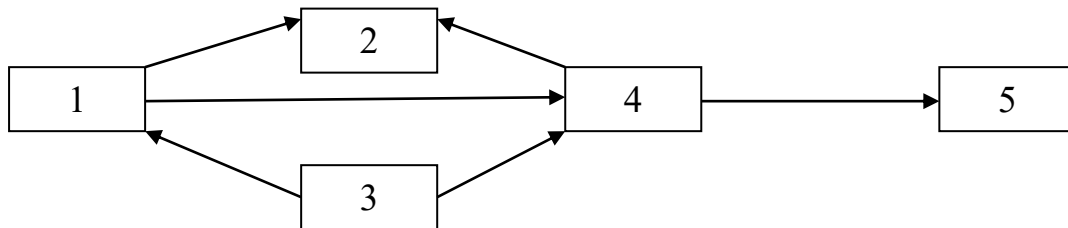


Рис. 4.2. Стрілчастий графік

**Графіки передування (РДМ)** почали використовуватися у 60-х роках минулого століття. На відміну від стрілчастих, роботи подано у вигляді прямокутників, а стрілками позначають логічні зв'язки (рис. 4.3).

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

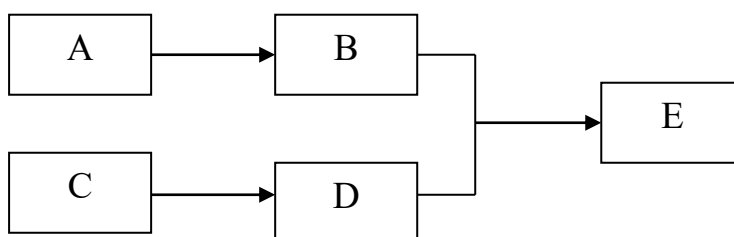


Рис. 4.3 Графік передування

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 PERT (метод оцінки та перегляду**

*планів*). Завдяки **PERT** менеджери швидко можуть визначити «вузькі місця» у виконанні графіків та розподілити належним чином ресурси з метою ліквідації відставань. Система **PERT** може бути реалізована в декількох варіантах:

1. **PERT** / час.
2. **PERT** / витрати.

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 **PERT** показує послідовність етапів, необхідних для досягнення поставленої цілі. Він включає події, роботи та залежності.

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

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

Сумарні витрати розбиваються на елементи, поки вони не досягають таких розмірів, за яких можливе їх планування та контроль. Ці елементи є вартістю окремих робіт, при цьому окремим роботам присвоюються вартісні

значення, що дозволяє сумувати вартість груп робіт на всі рівні структури робіт.

Сіткові моделі найбільше використовуються на вітчизняних підприємствах при плануванні підготовки виробництва та освоєнні нових виробів. Сіткове планування дозволяє не тільки визначити потреби різних виробничих ресурсів у майбутньому, але й координувати їхнє раціональне використання на даний момент.

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. Для встановлення тривалості будь-яких робіт необхідно, насамперед, користуватися відповідними нормативами чи нормами трудових затрат. А у разі відсутності вихідних нормативних даних, тривалість усіх процесів і робіт може бути встановлена різними методами, у тому числі і за допомогою експертних оцінок.

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, оскільки у більшості дана оцінка є суб'єктивною і багато у чому залежить від досвіду відповідального виконавця. Тому, для визначення часу виконання кожної роботи, експертні оцінки підлягають статистичній обробці.

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 (рис. 4.4);

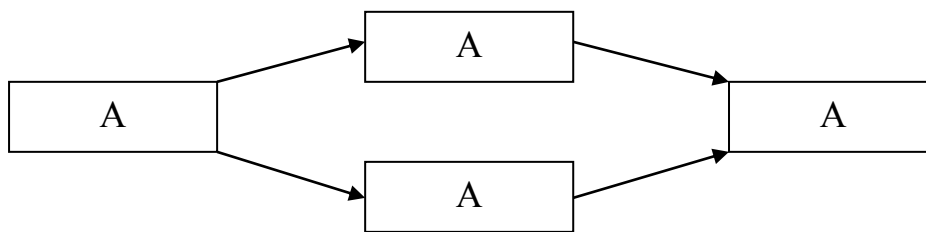


Рис 4.4 Проста сітка типу «вершини-роботи»

- *моделі «вершини – події»* (кожна робота визначається і, номером - початок - закінчення. Робота визначається стрілками між двома вузлами і номерами вузлів, які вона пов'язує (рис. 4.5));

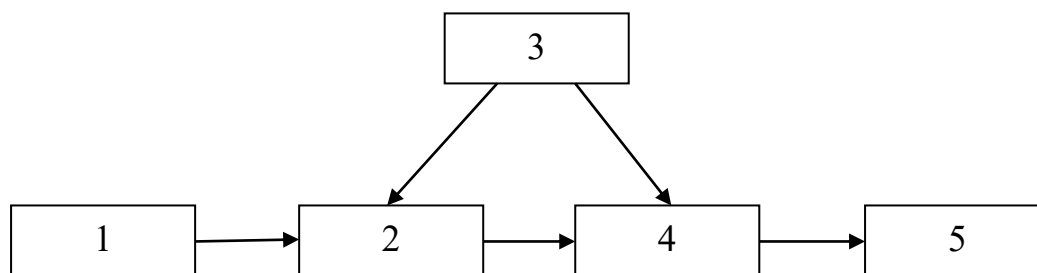


Рис. 4.5 Сітка типу «вершини – події»

- *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. Лінії використовуються не для об'єднання прямокутників на початках та закінченнях, а для відображення

моменту часу до, під час виконання або після виконання роботи.

Розглянемо *алгоритм розрахунку сіткової моделі*. Ранній початок і закінчення розраховуються на етапі прямого проходу по сітці. Ранній початок першої роботи дорівнює 0, раннє закінчення розраховується додаванням значення тривалості роботи. Раннє закінчення перетворюється у наступній роботі на ранній початок відніманням випередження або додаванням запізнення, які передбачають залежність «закінчення-початок». Для залежності «початок-закінчення» час початку перетворюється у закінчення.

Дати пізнього початку, пізнього закінчення, резерв часу розраховуються при виконанні зворотного проходу. Пізнє закінчення останньої роботи приймається рівним її ранньому закінченню. Шляхом віднімання тривалості роботи підраховується пізній початок. Пізній початок перетворюється у пізнє закінчення попередньої роботи. Перетворена дата початку або закінчення приймається як новий час початку або закінчення відповідно до типу залежності. Коли робота має дві чи більше попередніх роботи, вибирається робота з найменшим значенням часу початку (після віднімання запізнення й додавання випередження). Процес повторюється по всій сітці. Резерв часу у першої й останньої роботи повинен дорівнювати 0.

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

### **3. Оптимізація проекту**

Такі математичні методи, як моделювання, лінійне, динамічне програмування, теорія ігор та інші, можуть бути використані для визначення оптимального плану, але в таких задачах число змінних та обмежень дуже велике, тому не завжди можна використати математичні можливості, і тоді застосовують ітеративні методи, що використовують евристику, яка дозволяє визначити якщо не оптимальний план, то хоча б прийнятний.

У плані, де розподілено ресурси, вже визначено моменти початку й завершення робіт. Проте при перевірці економічних можливостей реалізації

проекту може з'ясуватися, що визначені тривалості економічно не вигідні. У цьому разі необхідно переглянути критерії розподілу ресурсів і дослідити можливість одержання додаткових ресурсів, тобто здійснити другу ітерацію розподілу ресурсів, перевіривши після цього, чи є економічні та фінансові передумови реалізації його результатів. Такий ітеративний аналіз доцільно виконувати доти, поки не буде отримано прийнятний розклад.

План, що витримав аналіз на можливість його реалізації, необхідно оцінити на відповідність іншим критеріям. При цьому слід урахувати коливання вартості, пов'язані з ресурсними змінами, зниженням і підвищенням цін, перервами в роботі, простоями, вартістю навчання працівників, виплатою премій за скорочення термінів виконання робіт тощо. Можуть змінитися й умови виконання проекту, закони, пов'язані з податками, тощо. До визначальних економічних критеріїв належать також максимальна зайнятість та мінімум економічної активності.

На етапі оптимізації проекту плану може постати потреба у зміні плану для задоволення тих чи інших критеріїв. А це, у свою чергу, може спричинитися до необхідності повернення до попередніх етапів планування. У результаті (можливо, після кількох ітерацій) з'являється скоригований проект плану, близький до оптимального.

Отже, за допомогою існуючих математичних засобів, як правило, неможливо оптимізувати альтернативні плани і вибрати оптимальний варіант плану. Проте за допомогою сучасних ітеративних методів із застосуванням евристики можна визначити якщо не оптимальний, то прийнятний план.

Якщо на попередніх етапах реалізується тільки один варіант плану (а не формуються альтернативні рішення), то завдання вибору варіантів не постає, і оптимальне рішення стає планом, який приймають.

Після складання оптимального плану потрібно підготувати розклад використання трудових ресурсів і матеріалів на випадок, коли проект має бути забезпечений власним персоналом, а необхідні матеріали має поставляти замовник. *На цій стадії необхідно виконати такі дії:*

- визначити ресурси і розподілити їх у часі;
- оптимізувати сумарні графіки потреби в ресурсах;
- визначити постачальників ресурсів за проектом;
- сформувавши графіки постачання ресурсів.

Стадія розробки плану реалізації проекту вважається завершеною тоді, коли підготовлено повний комплект необхідної документації.