# Тема 5. УПРАВЛІННЯ ЧАСОМ ПРИ ВИКОНАННІ ПРОЕКТУ

* 1. Загальна характеристика і види сіткових графіків
	2. Обчислення параметрів сіткового графіка
	3. Методи скорочення тривалості виконання проекту
	4. Календарне планування проектів

# Загальна характеристика і види сіткових графіків

Структуризація проекту 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. Їхня роль посилюється ще й тим, що вони поєднують у собі параметри часу, вартості й ресурсів.

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 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.

Робота (операція) може бути визначена як дія, необхідна для реалізації проекту. B сіткових графіках роботи здебільшого мають свій номер або код, який присвоюється їм при складанні WBS і наводиться у CTR-словнику.

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.

Сіткові графіки будуються зліва направо графічним зображенням проектних робіт та означенням логічних зв’язків між ними. Залежно від способу зображення їх розрізняють два види сіткових графіків:

* стрілчасті;
* графіки передування.

Для стрілчастих графіків характерним є зображення роботи у вигляді стрілки, 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 (рис.5.1).

2

*A*

*C*

1

4

*E*

5

*B D*

3

Рис. 5.1. Стрілчастий графік

У графіках передування роботи подано у вигляді прямокутників, а стрілками позначаються логічні зв’язки (рис.5.2).

*A*

*C*

*E*

*B*

*D*

Рис. 5.2. Графік передування

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

Kaлeндap pобіт – дoкyмeнт, який пoкaзує кaлeндapні дати почaтку і завершення pобіт виходячи з режиму роботи проектної команди, вихідних та святкових днів.

# Обчислення параметрів сіткового графіка

Побудова й обчислення параметрів сіткового графіка здійснюється у декілька кроків.

1. й крок. Визначення переліку й послідовності виконання робіт. Безпосередньо перелік робіт можна отримати з робочої структури проекту, проте WBS не показує, у якій послідовності мають виконуватися зазначені у ній роботи. Тому логічні зв’язки між ними повинен встановити сам менеджер. Цю інформацію потрібно занести у таблицю виду:

*Таблиця 5.1*

ХАРАКТЕРИСТИКА РОБІТ ЗА ПРОЕКТОМ …..

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код роботи | Назва (зміст) роботи | Безпосередньо попередня робота | Тривалість роботи, *тижнів* |

1. й крок. Графічна побудова сіткового графіка (із використанням стрілчастого графіка або графіка передування). Результатом другого кроку є сітковий графік з означенням робіт і логічних зв’язків між ними.
2. й крок. Означення тривалості робіт та визначення шляхів.

Шлях – це послідовність взаємопов’язаних робіт від початку до завершення виконання проекту. Зазвичай їх декілька. Найтриваліший шлях носить назву критичного шляху.

1. й крок. Визначення ранніх термінів початку і закінчення проектних робіт шляхом «прямого проходження».

Ранній початок (ES – Early Start) – найбільш ранній можливий термін початку роботи.

Раннє закінчення (EF – Early Finish) – найбільш ранній можливий термін завершення роботи.

Ці параметри обчислюються за такими формулами:

*EFi* = *ESi* + *ti* – 1; (5.1)

*ESi* + 1 = *EFi* + 1, (5.2)

де *EFi –* ранній термін завершення *і*-ї роботи; *ESi –* ранній термін початку *і*-ї роботи; *ti –* тривалість *і*-ї роботи;

*ESi* + 1 – ранній початок роботи *і* + 1.

При проведенні обчислень ранніх термінів, якщо певна робота виконується після кількох попередніх, ранній термін початку цієї роботи визначається з огляду на найпізніший з ранніх термінів закінчення попередніх робіт.

Тривалість проекту визначається як найбільша величина з ранніх термінів завершення решти робіт.

1. й крок. Визначення пізніх термінів початку і завершення робіт «зворотним проходженням».

Цей крок передбачає обчислення зазначених параметрів у зворотному порядку – від останньої роботи проекту до першої.

Пізній початок (LS – Late Start) – найпізніший можливий термін початку роботи, після якого затримка вплине на строк завершення виконання усього проекту.

Пізнє закінчення (LF – Late Finish) – найпізніший можливий термін завершення роботи.

Ці терміни обчислюються за такими формулами:

*LSi* = *LFi* – *ti* + 1; (5.3)

*LFi* – 1 = *LSi* – 1. (5.4)

Обчислюючи пізні терміни, користуються таким правилом: якщо після певної роботи йдуть дві паралельні, то пізнє завершення цієї роботи визначається з огляду на найбільш ранній з пізніх початків наступних робіт.

1. й крок. Визначення критичного шляху і запасу часу по роботах.

Роботи, у яких ранні й пізні терміни початку і закінчення збігаються, називають критичними.

Роботи, у яких ранні й пізні терміни початку і закінчення не збігаються, називають некритичними.

Критичний шлях утворюється послідовністю критичних робіт. Це найдовший з усіх існуючих у проекті шляхів, який показує найменший час, який потрібно, аби повністю виконати усі роботи за проектом.

Якщо якусь роботу, яка стосується критичного шляху, буде відкладено, то й тривалість виконання усього проекту збільшиться на такий самий термін. Інакше кажучи, вчасне виконання критичних робіт є критичним з погляду забезпечення успіху проекту в плані своєчасності його завершення. Не можна відхилитися від визначених термінів початку і завершення критичних робіт, щоб це одразу ж не вплинуло на тривалість здійснення усього проекту. Проте такого не можна сказати про некритичні роботи, які мають так званий запас часу.

Запас (резерв) часу (F – Float) – це той максимальний час, на який можна відкласти початок некритичної роботи, щоб при цьому не змінилась тривалість реалізації усього проекту. Він обчислюється за формулами:

*Fі* = *LSі* – *ESі* (5.5)

або

*Fі* = *LFі* – *EFі*. (5.6)

У критичних роботах запаси (резерви) часу дорівнюють нулю.

Якщо менеджер хоче скоротити термін виконання проекту, він має прагнути до скорочення термінів виконання передусім критичного шляху.

На практиці для розрахунку параметрів сіткового графіка використовують сучасні програми з управління проектами. Менеджеру проекту для отримання аналогічного результату (причому не просто тривалості проекту і робіт, а календарних дат початку і завершення їх) треба ввести в програму по кожній роботі таку інформацію:

* персональний код або номер у єдиній для усього проекту системі кодування;
* назву або стислий опис роботи;
* логічні зв’язки з іншими роботами;
* тривалість виконання;
* календар робіт (режим роботи), цільові дати початку і завершення, коли такі є;
* ресурси, які потрібні;
* бюджет;
* до якого пакету робіт входить (якщо потрібно).

При використанні стрілчастих сіткових графіків іноді для відображення логічних зв’язків та послідовності виконання робіт виникає необхідність у використанні фіктивних робіт, які зображуються пунктирною лінією, фактично не існують і не мають тривалості. Вони використовуються для спрощення графічної побудови графіка, щоб не було двох робіт з однаковими подіями початку і завершення.

Параметри стрілчастого графіка обчислюються за тими ж кроками, що й у графіках передування, проте методика обчислення може бути дещо іншою, що, втім, не позначиться на підсумку.

Якщо вважати, що виконання проекту починається з нульової позначки у часі, то параметри визначатимуться за формулами:

*EFі* = *ESі* + *tі*; (5.7)

*ESі* + 1 = *EFі*. (5.8)

Для першої роботи ES завжди дорівнює нулю.

*LSі* = *LFі* – *tі*; (5.9)

*LFі* = *LSі* + 1. (5.10)

Запас часу визначається за тією самою формулою, що й у графіках передування.

Стрілчасті графіки в зарубіжній літературі інколи називають

*ij*-діаграмами.

Проте світова практика вказує на домінування сьогодні графіків передування з ряду причин:

1. Більш природним є зображення роботи у вигляді прямокутника.
2. Графіки передування легше створювати, оскільки спочатку можна зобразити всі прямокутники – роботи, а потім означити логічні зв’язки між ними. Це неможливо за використання стрілчастих графіків, де роботи позначаються вузлами початку і кінця, які зумовлюються логічними зв’язками.
3. Для графіків передування легше створювати комп’ютерні програми, які сьогодні використовують або тільки графіки передування, або обидва графіки – передування і стрілчастий з алгоритмом переходу від одного до другого.
4. Від графіків передування простіше перейти до діаграм Гантта, які є формою календарного планування.
5. Побудова графіків передування полегшується створенням WBS, оскільки спочатку визначаються всі роботи, а потім встановлюються логічні зв’язки між ними.
6. Ці графіки уможливлюють урахування частково паралельного виконання

робіт.

# 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;

1. зміна логічних зв’язків (там, де це можливо): замість послідовних – паралельні;
2. нове обчислення тривалості робіт критичного шляху (у міру надходження більшої інформації);
3. зміна режиму роботи (замість п’ятиденного тижня – шести- або семиденний), проте потрібно враховувати зниження продуктивності праці й збільшення затрат на оплату праці;
4. якщо внутрішні ресурси перевантажені, – використання субпідрядників (або тимчасових працівників);
5. зміна засобів транспортування матеріалів (якщо через застосовувані спричиняється затримка): замість залізниці або кораблів – літаки;
6. технічні зміни, які скорочують тривалість виконання роботи і спрощують її зміст (альтернативні матеріали, інші засоби складання тощо);
7. матеріальне стимулювання – премії за скорочення тривалості робіт;
8. підвищення рівня кваліфікації, яке підвищує ефективність праці;
9. поліпшення умов праці і мотивація (з використанням теорій Маслоу, Херзберга, Мак-Грегора);
10. 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 (рис. 5.3): 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. Як видно з рис. 5.4, 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.



*C*

Загальні

Непрямі (накладні)

Прямі

Оптимальний час *T* виконання

Рис. 5.4. Поведінка сукупних витрат

Для обґрунтування напрямків скорочення тривалості виконання проекту менеджеру потрібна інформація, на яку величину можна скоротити тривалість виконання кожної роботи і які додаткові витрати для цього потрібні. Менеджер проекту повинен визначити:

1. розрахункові витрати по роботах при нормальному або очікуваному їх виконанні;
2. тривалість робіт за умов максимального скорочення їх за рахунок додаткових ресурсів (тобто мінімально можлива тривалість робіт);
3. розрахункові витрати на виконання робіт за умов максимального скорочення часу їх завершення. Інформацію представляють у вигляді табл.5.2.

*Таблиця 5.2*

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРИВАЛОСТІ Й ВИТРАТ ПО РОБОТАХ

ПРОЕКТУ …………………

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код роботи | Тривалість роботи, *дні* | Витрати, *грн* | Максимальне скорочення тривалості, *дні* | Питомі витрати на скорочення тривалості, *грн/день* |
| нормальна | мінімальна | за нормальної тривалості | за скороченої тривалості |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Для обчислення значень шостої і сьомої граф скористаємося такими розрахунками.

*t*

\*

Якщо *tі*

— нормальна тривалість *і*-ї роботи,

*i –* тривалість *і*-ї роботи за умов

максимально можливого скорочення, то *Мі –* максимально можливе скорочення тривалості роботи:

*Mi*  *ti*

 *t*\* *.* (5.11)

Якщо *Сі –* розрахункові витрати на виконання *і*-ї роботи за нормальних умов і термінів виконання;

*i*

*C*\* – витрати на виконання *і*-ї роботи в умовах максимального скорочення її тривалості за рахунок додаткових ресурсів, то в розрахунку на один день питомі витрати на скорочення тривалості *і*-ї роботи (*Kі*) обчислюються за формулою:

*i*

*C*\*  *C Ki*  *i i*

*Mi* . (5.12)

Після виконаних розрахунків розглядають альтернативи скорочення тривалості робіт за проектом (рис.5.5).

*С* **С** Скорочення тривалості всіх робіт

**D** Скорочення тривалості некритичних робіт

**B**

Скорочення тривалості критичних

робіт

**A**

*T*

Рис. 5.5. Можливі напрями й наслідки скорочення тривалості проектних робіт

Зрозуміло, що необхідно обчислювати багато варіантів. Для цього краще використовувати спеціальні комп’ютерні програми або ж лінійне програмування.

Проте у будь-якому випадку дійовим залишається такий алгоритм скорочення тривалості робіт за проектом:

1. Визначити критичний шлях.
2. Визначити роботи в межах критичного шляху, які потрібно скоротити.
3. Визначити пріоритетність скорочення робіт:

а) роботи з найменшими витратами на скорочення на один день; б) роботи, які найлегше скоротити;

в) роботи, скорочення яких найефективніше вплине на тривалість виконання проекту.

1. Скоротити роботи на один день і подивитися, чи не утворився новий критичний шлях.

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

# Календарне планування проектів

Календарне планування проекту, яке полягає у визначенні календарних дат виконання всіх робіт, ставить за мету координацію діяльності залучених до проекту виконавців для забезпечення його успішного завершення, створення умов задля реагування на ринкові можливості та вчасного надходження доходів, що гарантує ефективність інвестицій.

Календарний план як перелік тільки планових параметрів проектних робіт втрачає свій сенс без порівняння з фактичними термінами їх виконання, тому частіше ведуть мову про календарні графіки.

Календарний графік відбиває планові й фактичні дані про початок, кінець і тривалість кожного робочого елементу WBS. У ньому також відмічається можлива гнучкість у даті початку роботи без ускладнення виконання усього проекту (тобто запас часу по некритичних роботах). Для найскладнішого календарного графіка записується чотири версії для дат початку, кінця, тривалості та запасу: рання, пізня, запланована календарна, фактична.

Цілі календарного графіка:

* забезпечити вчасне надходження фінансування;
* координувати надходження ресурсів;
* вчасно забезпечити потрібні ресурси;
* передбачити у різні моменти рівень потрібних фінансових витрат і ресурсів та раціональний розподіл їх між проектами;
* забезпечити вчасне виконання проекту. Види календарних графіків:

Існує два прийнятних шляхи подання календарного графіка:

* табличний – з переліком робіт із зазначенням тривалості їх виконання;
* діаграмний (балочні діаграми, або діаграми Гантта).

У таблиці вміщується перелік робіт на певному рівні WBS із датами початку, кінця, тривалості по кожній з робіт. Цей спосіб дає необхідну інформацію для планування і контролю, проте йому бракує наочності.

Як бачимо з рис. 5.6, діаграма Гантта є наочним джерелом такої проектної інформації:

* які роботи є критичними, а які – некритичними;
* який запас часу мають некритичні роботи;
* коли мають розпочинатися і завершуватися за планом проектні роботи;
* якими є логічні зв’язки між роботами;
* яким є фактичне виконання робіт на певну дату.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Робота | Показник | Поточна дата |
| Понеділок, 1.06 | Вівторок, 2.06 | Середа, 3.06 | Четвер, 4.06 | П’ятниця, 5.06 | Субота, 6.06 | Неділя, 7.06 |
| *А* | План |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
| Факт. |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
| *В* | План |  |  |  |  |  |  |
|  |
| Факт. |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *С* | План. |  |  |  |  |  |  |
|  |
| Факт. |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *D* | План |  |  |  |  |  |
|  |
| Факт. |  |  |  |  |  |  |  |

*Умовні позначення:*

* критична робота;
* некритична робота;
* запас часу.

Рис. 5.6. Діаграма Гантта

Позитивні риси діаграми Гантта:

1. легко будується і прочитується;
2. дозволяє наочно подати перебіг виконання робіт за проектом;
3. дає змогу легше зрозуміти ідею запасу часу і його використання;
4. є передумовою календарного планування потреб у ресурсах;
5. є умовою визначення грошових потоків;
6. є прекрасним засобом планування і контролю;
7. може бути використана для взаємопов’язування і поширення інформації;
8. є ключовим документом у процесі прийняття рішень.

За умов збільшення розмірів і складності проектів для вирішення цих питань тільки діаграми Гантта стає недостатньо, оскільки не завжди з її допомогою можна простежити вплив скорочення або збільшення часу виконання окремих робіт на інші роботи. Крім того, перед тим, як роботу розмістити на діаграмі, треба розглянути і вирішити три питання:

* логічний зв’язок між роботами;
* тривалість робіт залежно від ресурсів, що використовуються;
* розподіл ресурсів між роботами залежно від їх наявності.

Тому календарне планування потребує не тільки визначення термінів виконання робіт, але й узгодження їх із станом забезпечення необхідними ресурсами та можливістю фінансування.