

## 7. Управління проєктами

Чим проєкт відрізняється від поточної операційної діяльності, як побудувати сітьовий графік і знайти критичний шлях та резерви часу, як метод PERT оцінює ймовірність строку через нормальний розподіл і скільки коштує стиснення проєкту.

🕒 45 хв читання

📅 12 термінів

ПРН

ПРН20

ПРН24

чернетка · оновлено 23.09.2026

---

### Що ви зможете після теми

- ПРН20** Розрізняти проєктну та операційну діяльність і називати загальні ознаки проєкту.
- ПРН24** Будувати сітьовий графік, визначати критичний шлях і резерви часу робіт.
- ПРН24** Оцінювати очікуваний строк проєкту та ймовірність його дотримання методом PERT.

Шість попередніх тем курсу мали справу з операційною системою, яка вже працює: цех випускає партію за партією, склад приймає й видає запас, лінія обслуговування пропускає клієнтів. Ця тема — про інший тип діяльності: одноразовий комплекс робіт, який має початок, кінець і результат, що більше ніколи не повториться в тому самому вигляді. Запуск нової лінії, будівництво цеху, впровадження інформаційної системи, відбудова мосту — усе це проєкти, і саме операційний менеджер найчастіше відповідає за їхнє виконання, бо саме він вміє рахувати ресурси, час і резерви.

Питання теми практичні. Чим проєкт відрізняється від поточної операційної діяльності настільки, що для нього потрібен окремий інструментарій? З яких фаз він складається і чому пропуск однієї з них коштує дорожче, ніж здається? Як із переліку робіт із залежностями побудувати графік, що сам покаже, яку роботу не можна затримати ні на день? Що робити з резервом часу решти робіт? І нарешті — якщо тривалість роботи невідома точно, а лише приблизно, як за трьома оцінками порахувати не тільки очікуваний строк, а й імовірність його дотримати?

## 7.1 Сутність проєктного підходу до управління організацією; загальні ознаки проєктів

Проєкт — одноразовий комплекс взаємопов'язаних робіт з чітко визначеними термінами початку й завершення, обмеженим обсягом ресурсів і унікальним результатом. Кожне слово в цьому визначенні відсікає щось важливе. «Одноразовий» відсікає серійність: партія зі 500 однакових виробів — не проєкт, навіть якщо кожна одиниця складна. «Чітко визначені терміни» відсікають безстрокову діяльність: цех, який працюватиме, доки існує підприємство, — не проєкт. «Обмежений обсяг ресурсів» відсікає ілюзію, що бюджет можна нарощувати без кінця: у кожного проєкту є ліміт грошей, людей і матеріалів, зафіксований наперед. «Унікальний результат» відсікає рутину: результат проєкту не можна купити в каталозі постачальника, інакше це вже не проєкт, а закупівля.

Порівняння з поточною операційною діяльністю варто провести по одній осі — повторюваності. Операційна діяльність циклічна: цех виготовляє вироби місяць за місяцем за тим самим технологічним маршрутом, і кожен цикл — це перевірена, відпрацьована послідовність дій. Проєкт циклічним не буває: команда, яка щойно змонтувала одну виробничу лінію, монтуючи наступну, зіткнеться з іншим приміщенням, іншим постачальником обладнання й іншими термінами постачання, тож накопичений досвід переноситься частково, а не повністю. Звідси й друга відмінність — ризик. У поточній діяльності відхилення рідко перевищують кілька відсотків, бо процес уже налагоджений; у проєкті кожна робота виконується вперше для цієї команди, і невизначеність тривалості — не виняток, а норма. Саме ця невизначеність і приведе нас у другій половині теми до методу PERT.

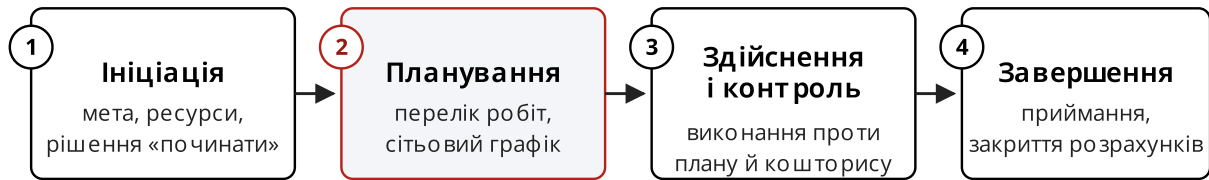
Потреба в проєктному управлінні виникає в операційному менеджменті регулярно, а не як рідкісний виняток: створення нової потужності, впровадження нового технологічного процесу, перехід на нове обладнання — усе це одноразові комплекси робіт із початком і кінцем, які накладаються на роботу операційної системи, що тим часом продовжує випускати поточну продукцію. Тому управління проєктами не є окремою від операційного менеджменту дисципліною — це та сама операційна логіка (планування ресурсів, контроль виконання, координація підрозділів), застосована до діяльності з іншою структурою часу.

Наскрізний приклад цієї теми — запуск нової лінії пакування на харчовому підприємстві: від технічного завдання до навчання персоналу й пуску в експлуатацію. На ньому ми покажемо побудову сітьового графіка, розрахунок критичного шляху, резерви часу, метод PERT і стиснення строків, а три кейси теми — відбудову залізничного мосту, програму автоматизації Укрпошти і мегапроєкт Boeing 787 — покажуть, як та сама логіка виглядає в проєктах іншого масштабу.

**Підсумок розділу.** Проєкт — одноразовий, обмежений у часі й ресурсах комплекс робіт з унікальним результатом; головна відмінність від поточної операційної діяльності — відсутність повторюваності, а отже, і вищий рівень невизначеності тривалості кожної роботи. Операційний менеджмент регулярно виконує проєктні задачі, застосовуючи ту саму логіку планування й контролю до діяльності з іншою структурою часу.

## 7.2 Життєвий цикл проєкту і його фази

Найпоширеніший поділ життєвого циклу проєкту — чотири фази: ініціація проєкту, планування, здійснення і контроль, завершення. Ініціація визначає, навіщо проєкт потрібен і чи варто його починати: тут формулюють мету, оцінюють ресурси й ухвалюють рішення «починати чи ні». Планування перетворює мету на конкретний перелік робіт із залежностями, оцінками тривалості, бюджетом і розподілом відповідальності — саме тут будують сітьовий графік, яким займається решта цієї теми. Здійснення і контроль — фаза, де роботи виконуються, а факт постійно звіряють із планом: графіком, кошторисом витрат і специфікацією якості. Завершення закриває проєкт: приймання результату, розрахунки з підрядниками, документування досвіду для наступних проєктів.



### Ціна пропущеної фази

Нерозв'язана задача планування не зникає — вона переходить у фазу здійснення і коштує там дорожче, бо забирає час, відведений на інші роботи.

**Рисунок 1.** Життєвий цикл проєкту: чотири фази від ініціації до завершення.

- ① Ініціація: мета проєкту, оцінка ресурсів, рішення «починати чи ні»
- ② Планування: перелік робіт, залежності, сітьовий графік, бюджет
- ③ Здійснення і контроль: виконання робіт зі звіркою факту й плану
- ④ Завершення: приймання результату, закриття розрахунків, фіксація досвіду

Чотири прямокутники в ряд, з'єднані стрілками зліва направо: ініціація проєкту, планування, здійснення і контроль, завершення. Блок планування виділено карміновим як фаза, де будують сітьовий графік. Під рядом підписано, що пропуск фази планування не скорочує проєкт, а переносить її нерозв'язані задачі у фазу здійснення, де вони коштують дорожче.

Фази не рівноцінні за ціною помилки. Задача, не розв'язана на плануванні — наприклад, не узгоджений наперед термін постачання критичного обладнання, — не зникає, коли команда переходить до здійснення: вона просто зринає посеред виконання, коли її розв'язання вже коштує дорожче й забирає час, відведений на інші роботи. Тому фаза планування, попри те що сама по собі не виробляє жодної одиниці кінцевого результату, визначає, наскільки керованими будуть три решти.

## Кейс. Укрзалізниця: відбудова мосту через Ірпінь як багатофазний проєкт

Кейс за офіційною цитатою голови правління (Укрінформ) та вторинним джерелом з датами фаз (Інтерфакс-Україна); незалежного аудиту дат немає

Із близько 70 залізничних мостів, пошкоджених від початку повномасштабного вторгнення, за офіційною цитатою голови правління Укрзалізниці, станом на квітень 2023 року відновлено третину. Капітальний ремонт мосту через річку Ірпінь на той момент завершено, рух відновлено обома коліями. За вторинним джерелом, яке деталізує саме цей об'єкт, відбудова пройшла чотирма послідовними фазами: тимчасове відновлення руху — початок травня 2022 року, капітальні роботи — з липня 2022 року, рух непарною колією — кінець листопада 2022 року, повне завершення з рухом обома коліями — кінець березня 2023 року.

**Чому саме поділ на фази з окремими датами, а не єдина дата «міст готовий», є придатним описом такого проєкту для операційного менеджера?**

Для теми 7 показовий сам факт, що відбудову описують не однією датою, а послідовністю фаз із проміжними станами: спочатку рух відновлюють у мінімальному обсязі (тимчасова схема), тоді починають капітальні роботи, тоді відкривають одну колію, і лише наостанок — обидві. Це готовий каркас життєвого циклу конкретного інженерного проєкту: кожна проміжна дата — не випадковий звіт, а точка, у якій частина результату вже доступна для використання, поки решта робіт триває. Саме так на сітьовому графіку виглядає результат, отриманий раніше за повне завершення проєкту.

Межі кейсу. «Третина відновлених мостів» — проміжна цифра квітня 2023 року, а не поточний стан; окремої офіційної статистики про те, скільки мостів відбудовано станом на 2026 рік, у перевірених джерелах немає. Дати фаз саме мосту через Ірпінь узяті з вторинного джерела й не звірені з першоджерелом Укрзалізниці окремо.

**Підсумок розділу.** Життєвий цикл проєкту складається із чотирьох фаз — ініціація, планування, здійснення і контроль, завершення. Ціна помилки в кожній фазі різна: нерозв'язана задача планування не зникає, а переходить у фазу здійснення дорожчою. Багатофазні проєкти, як відбудова мосту, можуть віддавати частину результату ще до повного завершення.

## 7.3 Характеристика методів планування та контролю проєктів

Два методи домінують у плануванні великих комплексів робіт, і обидва спираються на ту саму сітьову модель проєкту — сітьовий графік, з побудови якого починається наступний розділ теми. Метод критичного шляху виходить з того, що тривалість кожної роботи відома з високою точністю, і тому характеризує роботу єдиним числом. Метод PERT явно визнає невизначеність тривалості й задає кожну роботу трьома оцінками — оптимістичною, найімовірнішою й песимістичною, — а потім аналізує, як ця невизначеність позначається на строку всього проєкту. Перехід від одного методу до іншого — це перехід не до іншої структури графіка, а до іншого способу оцінювати тривалість роботи; поєднання їхніх переваг з обліком вартості дає третій, похідний метод. У вітчизняній викладацькій традиції обидва методи разом зі складнішими модифікаціями заведено об'єднувати назвою сіткове планування та управління (СПУ) — цей термін ви можете зустріти поряд зі звичнішим «сітьовим плануванням» у старших підручниках.

Контроль проєкту не зводиться до одного виміру: у ньому прийнято розрізняти щонайменше чотири аспекти, кожен зі своїм предметом. Перший — технічний нагляд: фахівці перевіряють, чи відповідають потужності, продукція та послуги технічним вимогам, і чи надійні обладнання й інфраструктура, якими користується проєкт. Другий — контроль з боку замовника чи керівництва проєкту: спостереження за перебігом здійснення в цілому та пропозиції щодо змін у плані чи структурі, якщо цього вимагають обставини. Третій — контроль проєкту як керованої системи: безпосереднє управління ресурсами, грошовими витратами, якістю й бюджетом на основі детальних даних про витрати на кожну окрему задачу, таблиць розподілу витрат і кривих узагальнених витрат праці. Четвертий — власне зворотний зв'язок: використання виміряного стану виконання плану для того, щоб переміщувати ресурси туди, де вони найбільш потрібні, а не просто фіксувати відхилення. Ці чотири аспекти спираються на той самий детальний план робіт — графік, кошторис витрат і специфікацію якості, — підготовлений на фазі планування, і порівнюють факт саме з ним. Розірваний зворотний зв'язок виглядає так само, як і в темі 1: відхилення фіксується, але нічого не змінюється, бо ніхто не переміщує ресурси туди, де вони потрібні найбільше.

### Кейс. Boeing 787 Dreamliner: коли контроль над критичним шляхом залежить від партнерів

Хронологія зведена з вторинних джерел і не звірена з першоджерелом; офіційний пресреліз Boeing підтверджує лише факт передачі першого літака

Проектування й виготовлення великих модулів літака Boeing 787 передали мережі партнерів першого рівня — крило робила Японія, центральний фюзеляж Італія, шасі Велика Британія та інші. Перший політ відбувся 15 грудня 2009 року — приблизно на два роки пізніше початкового плану 2007 року. Перша поставка замовнику (авіакомпанії ANA) відбулася 25 вересня 2011 року, що підтверджує офіційний пресреліз компанії; відносно початкового плану травня 2008 року це приблизно 40 місяців затримки.

---

**Чому передання проектування й виготовлення цілих модулів партнерам першого рівня ускладнює саме контроль критичного шляху, а не лише координацію постачання?**

Для теми 7 кейс ілюструє межу методу критичного шляху: він працює, лише коли в замовника проєкту є достовірна інформація про фактичний стан кожної роботи мережі. Коли цілі модулі — разом із власним проектуванням — виконують незалежні партнери, а не власні підрозділи, менеджер проєкту частково втрачає саме той зворотний зв'язок, на якому тримається контроль: він бачить обіцяний термін партнера, а не хід критичної роботи всередині нього. Мегапроєкт зі втраченим контролем над критичним шляхом не показує помилки в самій сітьовій моделі — модель однаково правильна незалежно від того, хто виконує роботу, — а показує, що вхідні дані для неї (реальний стан кожної роботи) стали ненадійними.

Межі кейсу. Це ілюструє наслідки конкретної моделі виконання (передання цілих модулів разом із проектуванням і слабкий нагляд), а не аутсорсинг як такий: аутсорсинг і втрата контролю над критичним шляхом — різні змінні, які тут збіглися. Точні дати кожного проміжного перенесення графіка в 2007–2011 роках першоджерелами не підтверджені, тому в лекції наведено лише дві офіційно підтверджені дати (перший політ і перша поставка) з приблизною оцінкою відставання.

**Підсумок розділу.** Метод критичного шляху бере тривалість роботи як точно відому, метод PERT — як невизначену і задану трьома оцінками; обидва спираються на ту саму сітьову модель. Контроль проєкту охоплює технічний нагляд,

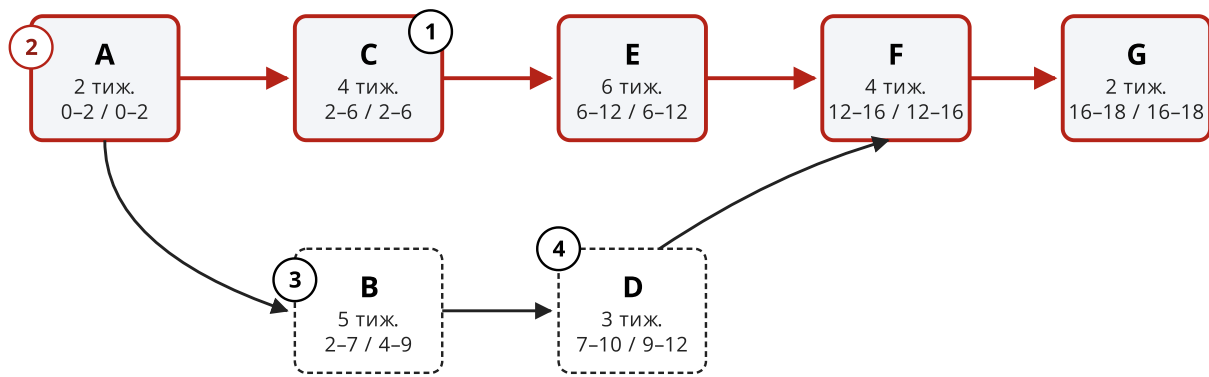
контроль з боку замовника і контроль ресурсів, витрат і якості проти детального плану; без зворотного зв'язку, який справді переміщує ресурси, контроль вироджується у звітність.

## 7.4 Сітьове планування: побудова графіка, ранні й пізні терміни, критичний шлях

Перший крок сітьового планування — розкласти проєкт на роботи й визначити для кожної безпосередніх попередників: роботи, які мають завершитися до її початку. Розгляньмо наскрізний приклад — запуск нової лінії пакування.

| Робота | Опис                                        | Попередники | Тривалість, тижнів |
|--------|---------------------------------------------|-------------|--------------------|
| A      | Технічне завдання та узгодження бюджету     | —           | 2                  |
| B      | Замовлення допоміжного обладнання           | A           | 5                  |
| C      | Проектування розміщення лінії               | A           | 4                  |
| D      | Монтаж допоміжного обладнання               | B           | 3                  |
| E      | Закупівля та монтаж основної лінії          | C           | 6                  |
| F      | Пусконаладжувальні роботи                   | D, E        | 4                  |
| G      | Навчання персоналу та запуск у експлуатацію | F           | 2                  |

Сітьовий графік цього переліку має дві гілки, що виходять з роботи A і сходяться перед роботою F:  $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow G$  (допоміжне обладнання) і  $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G$  (основна лінія). Ранній початок кожної роботи — максимум із ранніх фінішів її попередників (перший прохід, від початку до кінця графіка); пізній початок — пізній фініш мінус тривалість, а пізній фініш — мінімум із пізніх стартів наступників (другий прохід, від кінця до початку). Критичний шлях — найдовший шлях графіка; роботи, у яких пізній початок дорівнює ранньому, складають саме його.



**Критичний шлях А-С-Е-Ф-Г: 18 тижнів, резерв кожної роботи — 0**

Гілка А-В-Д-Ф-Г: 16 тижнів, резерв В і D — 2 тижні кожна  
 F не почнеться, доки не завершаться і D, і E — визначальна E (пізніший ранній фініш)

**Рисунок 2.** Сітьовий графік запуску лінії пакування: критичний шлях А-С-Е-Ф-Г виділено карміновим, резервні роботи В і D — сірим.

- 1** Вузол роботи: код, тривалість, ранній/пізній старт і фініш
- 2** Критичний шлях А-С-Е-Ф-Г, тривалість 18 тижнів
- 3** Гілка В-Д (допоміжне обладнання) має резерв часу 2 тижні
- 4** Гілки D і E сходяться у F: F не почнеться, доки не завершаться обидві

Сітьовий графік із семи вузлів. Зверху ряд А, С, Е, F, G — критичний шлях, з'єднаний карміновими стрілками, під кожним вузлом підписано ранній і пізній старт та фініш, які збігаються. Знизу гілка А, В, D, сірого кольору, що сходиться до вузла F; під В і D підписано резерв часу 2 тижні. Стрілки від D і від E ведуть до спільного вузла F, позначаючи, що обидві роботи мають завершитися, перш ніж F почнеться.

## Приклад. Ранні й пізні терміни, критичний шлях

PRJ - 01

Капінос Г.І., Бабій І.В. Операційний менеджмент, 2013, розділ 10, п. 10.11  
 «Методи сітьового планування. Техніка управління проєктами методом критичного шляху (CPM)», с. 307–308

ДАНО

Сім робіт із таблиці вище: тривалості та попередники як подано. Потрібно визначити ранні й пізні терміни кожної роботи, критичний шлях і його тривалість.

#### ФОРМУЛА

$ES = \max(EF \text{ попередників}); EF = ES + t \text{ (PRJ-01)}; LF = \min(LS \text{ наступників}); LS = LF - t \text{ (PRJ-02)}; \text{Резерв} = LS - ES \text{ (PRJ-03)};$   
критичний шлях — найдовший шлях графіка, резерв його робіт = 0 (PRJ-04)

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Прямий прохід: A — ES 0, EF 2. C — ES 2 (по A), EF 6. B — ES 2 (по A), EF 7. E — ES 6 (по C), EF 12. D — ES 7 (по B), EF 10. F — ES =  $\max(EF D; EF E) = \max(10; 12) = 12$ , EF 16. G — ES 16, EF 18.
2. Тривалість проєкту — найбільший з ранніх фінішів кінцевих робіт: 18 тижнів (робота G).
3. Зворотний прохід від  $LF(G) = 18$ : G — LS 16. F — LF 16 (по G), LS 12. D — LF 12 (по F), LS 9. E — LF 12 (по F), LS 6. C — LF 6 (по E), LS 2. B — LF 9 (по D), LS 4. A — LF =  $\min(LS B; LS C) = \min(4; 2) = 2$ , LS 0.
4. Резерв кожної роботи ( $LS - ES$ ): A 0, B  $4-2=2$ , C 0, D  $9-7=2$ , E 0, F 0, G 0.
5. Критичний шлях — роботи з нульовим резервом: A–C–E–F–G, тривалість  $2+4+6+4+2 = 18$  тижнів.

#### ВІДПОВІДЬ

**Критичний шлях A–C–E–F–G, тривалість проєкту 18 тижнів; роботи B і D мають резерв 2 тижні й критичними не є.**

#### ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Перевірити результат можна другим шляхом: A–B–D–F–G триває  $2+5+3+4+2 = 16$  тижнів, тобто на 2 тижні коротше за критичний — це і є той самий резерв, який отримали в кроці 4. Робота F

критична, попри те що є точкою сходження двох гілок: її ранній старт визначає довша з двох (12 тижнів по E, а не 10 тижнів по D), тож саме гілка з E, а не з D, диктує строк усього проєкту.

Знання критичного шляху одразу дає операційному менеджеру важіль: якщо проєкт треба скоротити, скорочувати можна лише роботи критичного шляху — скорочення B чи D витратить гроші, не змінивши жодного дня строку, доки резерв цих робіт не вичерпано. Стиснення проєкту — це цілеспрямоване скорочення тривалості за рахунок додаткових витрат: понаднормових змін, додаткових виконавців, паралельного ведення частин роботи. У кожної роботи є межа — мінімально можлива (crash) тривалість, і своя ціна за кожен скорочений день.

## Приклад. Стиснення проєкту на 2 тижні з мінімальним подорожчанням

PRJ - 08

Heizer J., Render B., Munson C. Operations Management, 2016, розділ 3 «Project Management», підрозділ «Cost-Time Trade-Offs and Project Crashing»

### ДАНО

Дані про можливе стиснення робіт критичного шляху (тис. грн):

| Робота | Норм. трив., тижнів | Трив. стиснення, тижнів | Норм. вартість | Вартість стиснення |
|--------|---------------------|-------------------------|----------------|--------------------|
| A      | 2                   | 1                       | 1000           | 1400               |
| C      | 4                   | 2                       | 1600           | 2400               |
| E      | 6                   | 4                       | 2400           | 3600               |
| F      | 4                   | 3                       | 2000           | 2600               |
| G      | 2                   | 1                       | 900            | 1200               |

Потрібно скоротити проєкт на 2 тижні (з 18 до 16) з мінімальним подорожчанням.

### ФОРМУЛА

**Нахил вартості = (Вартість стиснення – Нормальна вартість) / (Нормальна тривалість – Тривалість стиснення) (PRJ-08)**

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Нахил кожної роботи: A  $(1400-1000)/(2-1) = 400$ ; C  $(2400-1600)/(4-2) = 400$ ; E  $(3600-2400)/(6-4) = 600$ ; F  $(2600-2000)/(4-3) = 600$ ; G  $(1200-900)/(2-1) = 300$ .
2. Стискати можна лише роботи критичного шляху — стиснення B чи D не скоротить проєкт, бо в них є резерв 2 тижні.  
Найдешевша критична робота — G (300 тис. грн/тиждень);  
стискаємо її на весь доступний тиждень (з 2 до 1). Проєкт: 18 → 17 тижнів, +300 тис. грн.
3. Критичний шлях лишається тим самим (інший шлях A-B-D-F-G після цього кроку —  $2+5+3+4+1 = 15$  тижнів, усе ще коротший).  
Потрібен ще 1 тиждень. G більше стискати нікуди (досягла мінімальної тривалості). Наступна за нахилом — A або C, обидві по 400 тис. грн/тиждень.
4. Обираємо A: вона спільна для обох гілок графіка, тож стискає одразу і критичний, і резервний шлях, не звужуючи різницю між ними. Стискаємо A з 2 до 1. Проєкт: 17 → 16 тижнів, +400 тис. грн.

#### ВІДПОВІДЬ

**Мінімальне подорожчання для скорочення проєкту на 2 тижні —  $300 + 400 = 700$  тис. грн: стиснути G на 1 тиждень і A на 1 тиждень.**

#### ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

Стиснення C замість A на другому кроці коштувало б стільки само (400 тис. грн), але звузило б резерв гілки B-D із 2 до 1 тижня, бо C, на відміну від A, належить лише критичному шляху. За рівної вартості варто обирати роботу, яка не з'їдає резерв інших гілок

графіка, — інакше наступне ж непередбачене відставання перетворить резервну гілку на другий критичний шлях, і тоді довелося б стискати обидва шляхи одночасно.

**Підсумок розділу.** Сітьовий графік будують за переліком робіт і попередників; прямий прохід дає ранні терміни, зворотний — пізні, а критичний шлях складають роботи з нульовим резервом. Стискати з користю можна лише роботи критичного шляху, обираючи спершу ту, що має найменший нахил вартості, і лишаючись у межах її мінімально можливої тривалості.

## 7.5 Резерви часу робіт і їх використання; діаграма Ганта

Повний резерв роботи В і D дорівнює 2 тижням — саме стільки можна загалом затримати початок роботи, не зсунувши строк проєкту. Але повний резерв не можна «витратити» на кожну роботу гілки окремо: він спільний для В і D разом. Тут у пригоді стає інший показник — вільний резерв: частина повного резерву, яку можна використати, не зсунувши ранній старт жодної наступної роботи.

### ВІЛЬНИЙ РЕЗЕРВ ЧАСУ PRJ - 09

**Вільний резерв =  $\min(\text{ES наступників}) - \text{EF роботи}$**

Для останньої роботи шляху (без наступників) — різниця між тривалістю проєкту і раннім фінішем цієї роботи.

Для роботи В наступник один — D, її ранній старт  $\text{ES}(D) = 7$ , а ранній фініш самої В дорівнює  $\text{EF}(B) = 7$ . Вільний резерв  $B = 7 - 7 = 0$ : хоча повний резерв В становить 2 тижні, затримати В бодай на день — означає відсунути й ранній старт D, навіть якщо це ще не зачепить строку всього проєкту (бо в D свій запас є). Для роботи D наступник — F,  $\text{ES}(F) = 12$ ,  $\text{EF}(D) = 10$ , вільний резерв  $D = 12 - 10 = 2$ : увесь повний резерв D справді вільний, бо F однаково чекає на пізнішу з двох своїх попередніх робіт (E).

**❗ Чому цю різницю важливо тримати в голові**

Нульовий вільний резерв не робить роботу критичною — В лишається некритичною, і затримка В на день не зсуває строку проєкту. Але вона зсуває старт D, а якщо D теж затримати, її власний резерв (2 тижні) почне танути. Менеджер, який бачить лише повний резерв 2 тижні на В і вирішує, що робота «не термінова», ризикує непомітно з'їсти резерв сусідньої роботи ще до того, як сам відчує брак часу.

Діаграма Ганта показує ту саму інформацію лінійно: кожна робота — горизонтальний відрізок від раннього старту до раннього фінішу вздовж спільної шкали тижнів, а різниця між ним і пізнім фінішем — резерв, показаний світлішим продовженням відрізка. На відміну від сітьового графіка діаграма Ганта не показує прямо, яка робота від якої залежить, зате наочно показує завантаження часу по тижнях і легко лягає на календар.

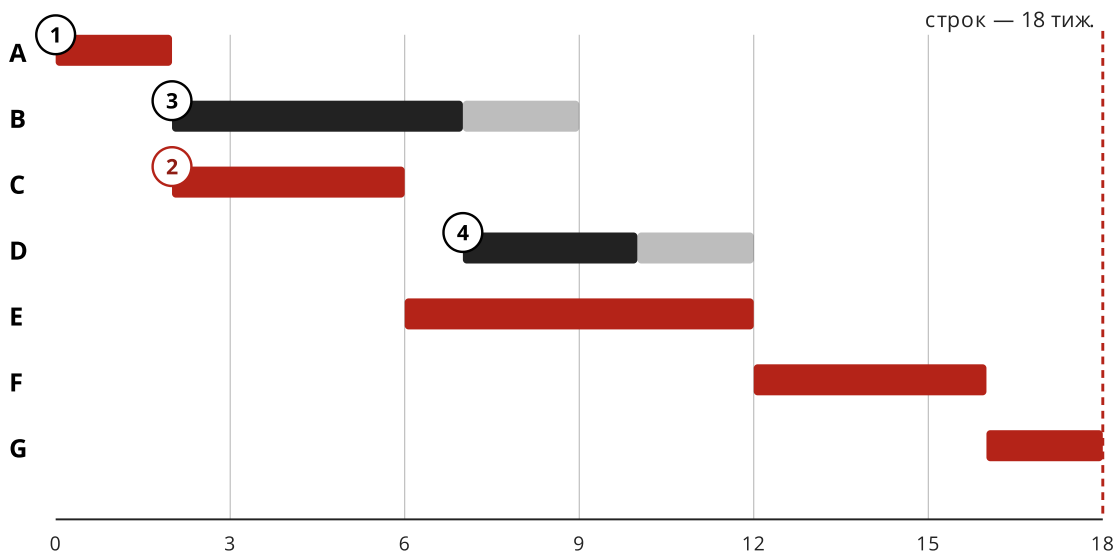


**Рисунок 3.** Діаграма Ганта запуску лінії пакування: суцільні відрізки — виконання за раннім стартом, світліші — резерв часу.

- ① Шкала часу — тижні від початку проєкту
- ② Роботи критичного шляху (A, C, E, F, G) — без резерву, відрізок закінчується пізнім фінішем
- ③ Робота B: виконання 2–7 тиждів, резерв до 9-го тижня
- ④ Робота D: виконання 7–10 тиждів, резерв до 12-го тижня

Горизонтальна шкала часу від 0 до 18 тижнів, сім рядків-відрізків одна під одною за роботами A, B, C, D, E, F, G. Відрізки критичних робіт A, C, E, F, G суцільні карміном і закінчуються без продовження. Відрізки B і D сірі з продовженням світлішого відтінку праворуч, що показує резерв часу до пізнього фінішу. Вертикальна пунктирна лінія на позначці 18 тижнів підписана як строк завершення проєкту.

### Кейс. Укрпошта: скелет діаграми Ганта з паралельними потоками

Обсяги програми — державне джерело (Мінрозвитку громад та територій); строк усього проєкту 37 місяців — позиція компанії

За державним джерелом, у межах програми автоматизації сортування Укрпошта за 22 місяці збудувала 24 логістичні центри. За окремим повідомленням компанії, весь проєкт автоматизації

сортування — посилок, листів, газет і ліків — реалізовано за 37 місяців власним коштом. Дати повної автоматизації в джерелах розходяться: державне джерело повідомляє про завершення у 2025 році, компанія оголошує повну автоматизацію 18 травня 2026 року — ймовірно, ідеться про різні етапи одного проєкту (посилки окремо від листів, газет і ліків).

**Чим програма з 24 паралельних потоків робіт відрізняється від сітьового графіка нашого прикладу настільки, що для неї природніше показувати саме діаграму Ганта, а не єдиний критичний шлях?**

24 логістичні центри за 22 місяці — це не одна робота, а 24 паралельні потоки, кожен зі своєю датою запуску; вони не утворюють єдиного лінійного ланцюга послідовних робіт, як у нашому прикладі із сімома роботами. Для такої програми діаграма Ганта підходить краще за єдиний сітьовий графік: вона одразу показує, скільки потоків працює одночасно в кожен місяць, тоді як загальні 37 місяців проєкту — це, найімовірніше, найдовший з потоків плюс роботи, що йдуть до й після паралельної фази (проєктування, узгодження з міжнародними партнерами тощо), а не сума всіх 24 центрів.

Межі кейсу. У відкритих джерелах немає розбивки, які саме місяці працював кожен із 24 центрів і яка з дат (2025 чи 2026 рік) стосується якого етапу: перевірити фактичний вигляд діаграми Ганта цієї програми неможливо, можливий лише її загальний каркас — паралельні потоки в межах 22 місяців плюс довший загальний проєкт.

**Підсумок розділу.** Вільний резерв — частина повного резерву, яку можна використати без зсуву раннього старту наступної роботи; нульовий вільний резерв не означає, що робота критична. Діаграма Ганта показує ту саму інформацію лінійно на шкалі часу і добре пасує до проєктів із багатьма паралельними потоками робіт.

## 7.6 Метод PERT: оптимістична, найімовірніша й песимістична оцінки, дисперсія, ймовірність строку

Попередній розділ рахував тривалість кожної роботи як точно відоме число — це і є метод критичного шляху. Метод PERT ставить те саме питання інакше: а що, як тривалість роботи заздальгідь відома лише приблизно? Замість однієї оцінки для кожної роботи він бере три: оптимістичну (o) — за найсприятливішого збігу обставин; найімовірнішу (m) — реалістичну оцінку виконавця; песимістичну (p) — за найгіршого збігу обставин, який усе ще не є форс-мажором.

### ОЧІКУВАНИЙ ЧАС ОПЕРАЦІЇ (PERT) PRJ -05

$$te = (o + 4m + p) / 6$$

Зважене середнє трьох оцінок: найімовірніша оцінка враховується вчетверо, бо саме вона — найкраще одиничне припущення.

### ДИСПЕРСІЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЇ (PERT) PRJ -06

$$\sigma^2 = ((p - o) / 6)^2$$

Що ширший розмах між песимістичною і оптимістичною оцінками, то більша невизначеність тривалості цієї роботи.

### Приклад. Очікуваний строк проєкту, дисперсія і ймовірність дотримання

PRJ -05

Гевко І. Операційний менеджмент, 2017, тема 14 «Управління проєктами», п. 14.3 «Сіткове планування та управління», с. 124–125

#### ДАНО

Ті самі сім робіт запуску лінії пакування, тепер із трьома оцінками тривалості замість однієї (тижнів):

| Робота | о | m | p |
|--------|---|---|---|
| A      | 1 | 2 | 3 |
| B      | 3 | 5 | 7 |
| C      | 2 | 4 | 6 |
| D      | 1 | 3 | 5 |
| E      | 3 | 6 | 9 |
| F      | 2 | 4 | 6 |
| G      | 1 | 2 | 3 |

Замовник вимагає завершити проєкт за 20 тижнів. Яка ймовірність, що команда встигне?

#### ФОРМУЛА

$te = (o + 4m + p) / 6$  (PRJ-05);  $\sigma^2 = ((p - o) / 6)^2$  (PRJ-06);  $Z = (D - TE) / \sigma$  (PRJ-07)

#### РОЗВ'ЯЗАННЯ

- Очікуваний час кожної роботи за PRJ-05: A  $(1+8+3)/6 = 2,0$ ; B  $(3+20+7)/6 = 5,0$ ; C  $(2+16+6)/6 = 4,0$ ; D  $(1+12+5)/6 = 3,0$ ; E  $(3+24+9)/6 = 6,0$ ; F  $(2+16+6)/6 = 4,0$ ; G  $(1+8+3)/6 = 2,0$ . У цьому прикладі найімовірніша оцінка m кожної роботи збігається з тривалістю, яку взяли для СРМ-розрахунку в попередньому розділі, тому очікувані часи te й підтверджений раніше критичний шлях А–С–Е–F–G лишаються тими самими: TE = 2+4+6+4+2 = 18 тижнів.
- Дисперсія кожної роботи за PRJ-06: A  $((3-1)/6)^2 = 0,111$ ; C  $((6-2)/6)^2 = 0,444$ ; E  $((9-3)/6)^2 = 1,000$ ; F  $((6-2)/6)^2 = 0,444$ ; G  $((3-1)/6)^2 = 0,111$ . Рахуємо дисперсію лише робіт критичного шляху — дисперсія B і D (0,444 кожна) у цю суму не входить, бо резервна гілка не визначає строку проєкту.
- Дисперсія проєкту:  $0,111 + 0,444 + 1,000 + 0,444 + 0,111 = 2,111$ . Стандартне відхилення  $\sigma = \sqrt{2,111} \approx 1,45$  тижня.
- Z за PRJ-07:  $Z = (20 - 18) / 1,45 \approx 1,38$ .

5. За таблицею стандартного нормального розподілу  $\Phi(1,38) = 0,9162$ .

---

**ВІДПОВІДЬ**

**Імовірність завершити проєкт за 20 тижнів становить приблизно 91,6 %.**

---

**ІНТЕРПРЕТАЦІЯ**

Імовірність завершити проєкт рівно за очікуваний строк 18 тижнів дорівнює 50 % — це властивість нормального розподілу, симетричного навколо середнього, а не окремий розрахунок. Директивний строк 20 тижнів — це TE плюс 1,38 стандартного відхилення, тому й імовірність вища за 50 %. Якби дисперсію рахували з усіх семи робіт, а не лише п'яти критичних,  $\sigma$  вийшло б більшим, а ймовірність — заниженою: невизначеність резервної гілки не впливає на строк проєкту, доки її резерв не вичерпано.

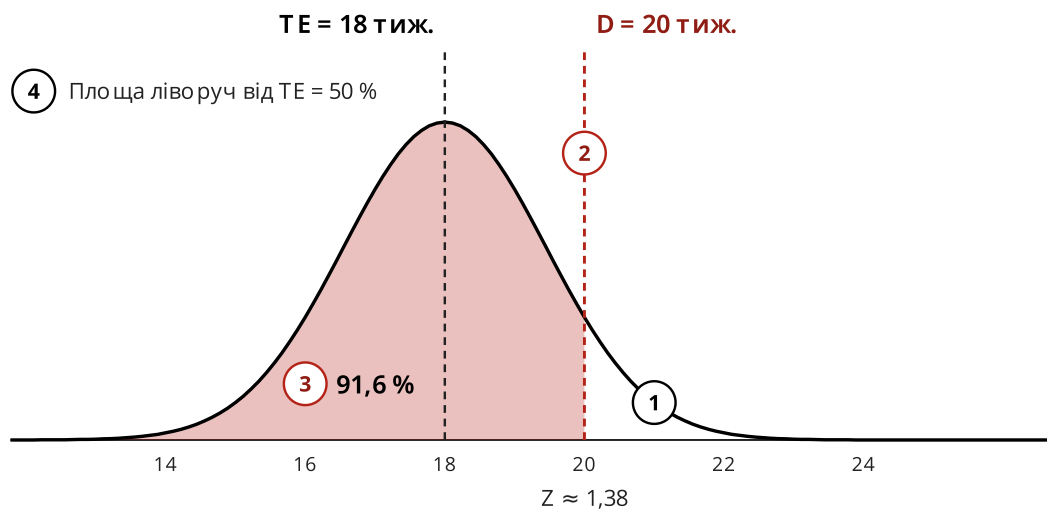


**Рисунок 4.** Ймовірність дотримання строку за методом PERT: площа під кривою нормального розподілу ліворуч від директивного строку.

- ① Крива нормального розподілу з середнім TE = 18 тижнів і  $\sigma \approx 1,45$  тижня
- ② Директивний строк D = 20 тижнів,  $Z \approx 1,38$
- ③ Заштрихована площа ліворуч від D — імовірність дотримання строку за PRJ-07, 91,6 %
- ④ Площа ліворуч від TE завжди дорівнює 50 % за властивістю нормального розподілу (PRJ-07)

Дзвоноподібна крива нормального розподілу з віссю тижнів знизу за методом PERT (PRJ-07). Вертикальна пунктирна лінія по центру підписана TE = 18 тижнів, ділить криву навпіл. Друга вертикальна лінія правіше підписана D = 20 тижнів,  $Z \approx 1,38$ . Площа під кривою ліворуч від другої лінії заштрихована карміном і підписана 91,6 %.

**⚠ Чого метод PERT не враховує**

Розрахунок вище дає ймовірність дотримати строк, якщо проєкт справді піде критичним шляхом A–C–E–F–G. Але резервна гілка A–B–D–F–G має свою невизначеність (дисперсія B і D — 0,444 кожна) і резерв лише 2 тижні: якщо обидві її роботи одночасно наблизяться до песимістичних оцінок, вона може стати довшою за «критичний» шлях і сама перетворитися на критичну. Класичний метод PERT цей ефект злиття шляхів (merge bias) не враховує й тому систематично завищує ймовірність дотримання строку для проєктів із кількома близькими за довжиною шляхами — чим ближчі шляхи за тривалістю, тим сильніше завищення.

**Підсумок розділу.** Метод PERT задає тривалість роботи трьома оцінками, з яких рахують очікуваний час (PRJ-05) і дисперсію (PRJ-06); дисперсія проєкту — сума дисперсій лише робіт критичного шляху. Стандартизований показник Z (PRJ-07) і таблиця нормального розподілу дають імовірність дотримання заданого строку; метод не враховує ризику, що резервний шлях сам стане критичним.

## 7.7 Програмне забезпечення управління проєктами

Розрахунки цієї теми виконано вручну на сімох роботах, але реальні проєкти налічують сотні й тисячі робіт, а мережа перебудовується щоразу, коли змінюється хоча б одна тривалість чи залежність. Саме тому управління проєктами — одна з перших управлінських задач, для якої масово впровадили спеціалізоване програмне забезпечення. Такі системи виконують ту саму логіку, що й розрахунки цього розділу, — прямий і зворотний проходи, пошук критичного шляху, резерви, PERT-оцінки, — але перераховують мережу миттєво після кожної зміни й одразу перебудовують діаграму Ганта.

Функціонал таких систем виходить за межі самого розрахунку строків. Вони пов'язують кожну роботу з ресурсом (людиною, обладнанням, бюджетною статтею) і показують перевантаження, коли той самий ресурс призначено на дві паралельні роботи одночасно; будують криві сукупних витрат за проєктом і порівнюють план із фактом; поєднують метод критичного шляху з обліком вартості в підході, який об'єднує переваги CPM і PERT з аналізом витрат. Для одноразового невеликого проєкту, як запуск однієї лінії, достатньо таблиці й сітьового графіка на аркуші; для

програми з десятками паралельних потоків, як автоматизація сортувальної мережі з попереднього розділу, без спеціалізованого програмного забезпечення точний контроль критичного шляху практично неможливий.

**Підсумок розділу.** Спеціалізоване програмне забезпечення виконує ту саму логіку сітьового планування й PERT, що й розрахунки цієї теми, але для мереж із сотнями робіт і з миттєвим перерахунком після кожної зміни; воно додатково керує ресурсами, вартістю та узгодженням плану з фактом.

## 7.8 Підсумок теми

Проєкт — одноразовий, обмежений у часі й ресурсах комплекс робіт з унікальним результатом; головна відмінність від поточної операційної діяльності — відсутність повторюваності й, відповідно, вища невизначеність тривалості кожної роботи. Життєвий цикл проєкту складається із чотирьох фаз — ініціація, планування, здійснення і контроль, завершення, — і ціна нерозв'язаної задачі зростає, якщо вона переходить із фази планування у фазу здійснення.

Метод критичного шляху бере тривалість роботи як точно відому: прямий прохід дає ранні терміни, зворотний — пізні, а критичний шлях складають роботи з нульовим резервом. Повний резерв показує, на скільки можна затримати роботу без зсуву строку проєкту, вільний резерв — на скільки можна затримати її, не зачепивши наступну роботу; це різні числа, і плутати їх небезпечно. Стискати проєкт з мінімальним подорожчанням можна, лише скорочуючи роботи критичного шляху в порядку зростання нахилу вартості.

Метод PERT задає тривалість роботи трьома оцінками — оптимістичною, найімовірнішою, песимістичною, — рахує з них очікуваний час і дисперсію, а суму дисперсій робіт критичного шляху використовує для оцінки ймовірності дотримання заданого строку через стандартний нормальний розподіл. Метод не враховує ризику, що резервний шлях сам стане критичним, якщо його роботи одночасно наблизяться до песимістичних оцінок.

---

## Самоперевірка

Питання без балів — лише щоб переконатися, що прочитане склалося в картину. Повний тренувальний тест — після теми.

**Цех, що виготовляє однотипні вироби місяць за місяцем, планує одноразово замінити застарілу лінію на нову. Чому саме заміна лінії, а не поточний випуск, є проєктом?**

**А** Заміна лінії — одноразовий комплекс робіт з унікальним результатом

Так. Поточний випуск повторюється цикл за циклом за відпрацьованим маршрутом; заміна лінії відбувається один раз, має початок, кінець і унікальний результат.

**Б** Заміна лінії коштує дорожче, ніж місяць поточного випуску продукції на цеху

Вартість сама по собі не відрізняє проєкт від операційної діяльності: дорогий місяць випуску лишається операційною діяльністю, а дешевий одноразовий комплекс робіт може бути проєктом.

**В** За заміну лінії відповідає інший підрозділ підприємства, а не сам цех

Належність до підрозділу не є ознакою з визначення проєкту: і поточну діяльність, і проєкт може виконувати той самий цех.

**Команда пропустила фазу планування проєкту й одразу перейшла до закупівлі обладнання. Що станеться з нерозв'язаними на плануванні задачами (наприклад, не узгодженим наперед строком постачання)?**

**А** Нерозв'язані задачі зникають, бо фаза планування не дає жодної одиниці кінцевого результату

Фаза планування справді не дає кінцевого результату сама собою, але задачі, які вона мала розв'язати, від цього не зникають — вони переходять у наступну фазу.

- Б** Вони переходять у фазу здійснення і там коштують дорожче, ніж якби їх розв'язали заздалегідь

Так. Ціна помилки зростає, коли нерозв'язана задача зринає посеред виконання робіт, а не під час планування, коли її розв'язання ще не забирає час, відведений на інші роботи.

- В** Вони автоматично стають частиною фази завершення, коли приймають готовий результат проєкту

Завершення — це приймання результату й закриття розрахунків; нерозв'язані задачі планування переходять не туди, а в найближчу наступну фазу — здійснення і контроль.

**На сітьовому графіку робота F має двох попередників — D (резерв 2 тижні) і E (резерв 0). Чому ранній старт F визначає саме E, а не D?**

- А** Робота E виконується довше за роботу D в абсолютному вимірі часу

Абсолютна тривалість самої роботи ролі не відіграє: важливий саме ранній фініш, а не тривалість окремо взятої роботи.

- Б** Робота D має ненульовий резерв, і це виключає її з формули раннього старту F

Резерв самої роботи D не входить у формулу  $ES(F)$ :  $ES(F)$  залежить від ранніх фінішів попередників, а не від їхніх резервів.

- В** Ранній старт дорівнює максимуму з ранніх фінішів усіх попередників роботи

Так.  $ES(F) = \max(EF \text{ попередників})$  за PRJ-01; більший з двох ранніх фінішів — саме той, що визначає, коли F справді може початися.

**Робота В має повний резерв 2 тижні й вільний резерв 0 тижнів. Що це означає для менеджера, який розглядає можливість почати В на тиждень пізніше?**

- А** Строк проєкту не зміниться, але зсунеться ранній старт наступної роботи D

Так. Нульовий вільний резерв означає, що будь-яка затримка В одразу передається наступній роботі; проєкт це ще не зачіпає, бо в D є власний резерв, який може її поглинути.

- Б** Строк проєкту зсунеться на тиждень, бо повний резерв роботи В уже вичерпано

Повний резерв 2 тижні означає, що на строк проєкту тижнева затримка В узагалі не вплине — саме для цього повний резерв і існує.

- В** Нічого не зміниться — ні строк проєкту, ні графік жодної з наступних робіт

Вільний резерв В дорівнює нулю саме тому, що наступна робота не лишається незачепленою: її ранній старт зсунеться на ту саму величину затримки.

**Потрібно стиснути проєкт на 1 тиждень з мінімальним подорожчанням. Дві критичні роботи мають однаковий нахил вартості: робота X належить лише критичному шляху, робота Y спільна для критичного й резервного шляхів. Яку варто обрати за інших рівних умов?**

- А** X, бо стиснення роботи, спільної для двох шляхів, ризиковане саме через цю спільність

Навпаки: спільність із резервним шляхом — саме та причина, чому Y стискає обидва шляхи одразу, не звужуючи різницю між ними, тобто є безпечнішим вибором за рівної вартості.

- Б** У, бо стиснення спільної роботи скорочує критичний і резервний шлях одночасно й однаково

Так. Стиснення Х скоротить лише критичний шлях і зменшить різницю між шляхами, наближаючи резервну гілку до статусу критичної; стиснення У скорочує обидва шляхи однаково.

- В** Байдуже, який варіант обрати — однаковий нахил вартості означає однакові наслідки для графіка

Однаковий нахил вартості означає однакову ціну тижня стиснення, але не однаковий вплив на структуру резервів інших шляхів графіка.

**Дисперсія проєкту порахована лише за роботами критичного шляху ( $\sigma^2 = 2,0$ ), а резервна гілка з резервом 1 тиждень має власну сумарну дисперсію 1,5. Що це означає для надійності розрахованої ймовірності дотримання строку?**

- А** Розрахунок абсолютно надійний, бо дисперсію резервної гілки ніколи не додають до формули PRJ-06

Дисперсію резервної гілки справді не додають до формули PRJ-06, але це не робить розрахунок «абсолютно надійним» — метод має відомий недолік, який саме такі дані і виявляють.

- Б** Розрахунок став непридатним, і формулу ймовірності PRJ-07 варто в цьому разі замінити на іншу

Формула PRJ-07 сама по собі не хибна — вона правильно рахує ймовірність за умови, що критичний шлях залишиться критичним; проблема в припущенні, а не в самій формулі.

- В** Імовірність може бути завищена через дисперсію резервної гілки з малим резервом часу

Так. Це і є ефект злиття шляхів (merge bias): що вища невизначеність резервної гілки й що менший її резерв, то більший шанс, що вона перевищить «критичний» шлях, а класичний PERT цей ризик не враховує.

## 7.9 Самостійна робота

- СРС 7.1** Прочитайте лонгрід теми 7 і пройдіть самоперевірку (4 год).
- СРС 7.2** Побудуйте сітьовий графік проєкту з дванадцяти робіт, визначте критичний шлях і повні та вільні резерви часу кожної роботи (5 год).
- СРС 7.3** Оцініть імовірність завершення проєкту в заданий строк методом PERT і поясніть, як дисперсія критичних робіт впливає на цю ймовірність (4 год).
- СРС 7.4** Запропонуйте варіант стиснення проєкту на два тижні з мінімальним подорожчанням, обґрунтувавши вибір робіт нахилом вартості (1 год).
- СРС 7.5** Пройдіть тренувальний тест теми 7 (2 год).

## Джерела

1. 1. Капінос Г. І., Бабій І. В.. Операційний менеджмент: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2013. Джерело методу критичного шляху: розділ 10, п. 10.11 «Методи сітьового планування. Техніка управління проєктами методом критичного шляху (CPM)», с. 307–308 — ранні й пізні строки, повний і вільний резерви, критичний шлях (PRJ-01...PRJ-04, PRJ-09; у нотації подій). [duikt.edu.ua](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)  ([https://duikt.edu.ua/uploads/l\\_1479\\_22227234.pdf](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf))  
перевірено 23.09.2026

2. 2. Гевко І. Б.. Операційний (виробничий) менеджмент: конспект лекцій. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. Джерело методу PERT: тема 14 «Управління проєктами», п. 14.3 «Сіткове планування та управління», с. 124–125 — очікувана тривалість, дисперсія і ймовірність дотримання строку (PRJ-05...PRJ-07).  
[elartu.tntu.edu.ua](https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300)  (<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300>)  
перевірено 23.09.2026
3. 3. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Класичний західний підручник з окремим розділом 3 «Project Management»; джерело загальних ознак і фаз проєкту, порівняння CPM і PERT, діаграми Ганта, стиснення проєкту (підрозділ «Cost-Time Trade-Offs and Project Crashing», PRJ-08) та огляду програмного забезпечення управління проєктами (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).  
[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)  (<https://openlibrary.org/isbn/9780134163512>)  
перевірено 23.09.2026
4. 4. Укрзалізниця відновила третину залізничних мостів, зруйнованих з початку повномасштабної війни. Укрінформ, 2023. Офіційна цитата голови правління Укрзалізниці: близько 70 пошкоджених мостів, третина відновлена, капітальний ремонт мосту через Ірпінь завершено, рух відновлено обома коліями.  
[ukrinform.ua](https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3694542-ukrzaliznica-vidnovila-tretinu-zaliznicnih-mostiv-z-rujnovanih-z-pochatku-povnomasstabnoi-vijni.html)  (<https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3694542-ukrzaliznica-vidnovila-tretinu-zaliznicnih-mostiv-z-rujnovanih-z-pochatku-povnomasstabnoi-vijni.html>)  
перевірено 22.09.2026
5. 5. Матеріал про відновлення руху через міст на р. Ірпінь. Інтерфакс-Україна, 2023. Вторинне джерело: фази відбудови мосту через Ірпінь із датами — тимчасове відновлення руху (травень 2022), капітальні роботи (з липня 2022), рух непарною колією (кінець листопада 2022), повне завершення і парна колія (кінець березня 2023).  
[interfax.com.ua](https://interfax.com.ua/news/economic/903364.html)  (<https://interfax.com.ua/news/economic/903364.html>)  
перевірено 22.09.2026
6. 6. Як працювала Укрпошта у 2025 році. Міністерство розвитку громад та територій України, 2025. Державне джерело: у 2025 році Укрпошта завершила автоматизацію сортувальних потужностей; за 22 місяці збудовано 24 логістичні центри.  
[mininfra.gov.ua](https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv)  (<https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv>)  
перевірено 22.09.2026
7. 7. Укрпошта повністю автоматизувала сортування відправлень по Україні та за кордон. Delo.ua, 2026. Позиція компанії: увесь проєкт автоматизації реалізовано за 37 місяців власним коштом. Дата повної автоматизації

(18.05.2026) розходиться з датою в державному джерелі (2025 р.) — імовірно, це різні етапи.

[delo.ua](https://delo.ua/news/ukrposta-povnistyu-avtomatizovala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/)  (https://delo.ua/news/ukrposta-povnistyu-avtomatizovala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/)

перевірено 22.09.2026

8. 8. Boeing, ANA Complete Contractual Delivery of First 787 Dreamliner. Boeing, 2011. Офіційний пресреліз: факт передачі першого літака 787 замовнику 25.09.2011. Пресреліз не описує самі затримки — хронологію зсувів графіка джерело не підтверджує.

[boeing.mediaroom.com](https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner)  (https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner)

перевірено 22.09.2026

9. 9. Boeing 787 Dreamliner. Wikipedia. Вторинне джерело: перший політ 15.12.2009 (близько два роки пізніше початкового плану 2007 р.); перша поставка — вересень 2011 р. (близько 40 місяців пізніше плану травня 2008 р.). Точний відсоток аутсорсингу планера — оспорювана цифра, у лекції не наводиться як факт.

[en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)  (https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\_787\_Dreamliner)

перевірено 22.09.2026

## Джерела

1. 1. Капінос Г. І., Бабій І. В.. Операційний менеджмент: навчальний посібник. Центр учбової літератури, 2013. Джерело методу критичного шляху: розділ 10, п. 10.11 «Методи сітьового планування. Техніка управління проєктами методом критичного шляху (CPM)», с. 307–308 — ранні й пізні строки, повний і вільний резерви, критичний шлях (PRJ-01...PRJ-04, PRJ-09; у нотації подій).

[duikt.edu.ua](https://duikt.edu.ua/uploads/l_1479_22227234.pdf)  (https://duikt.edu.ua/uploads/l\_1479\_22227234.pdf)

перевірено 23.09.2026

2. 2. Гевко І. Б.. Операційний (виробничий) менеджмент: конспект лекцій. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. Джерело методу PERT: тема 14 «Управління проєктами», п. 14.3 «Сіткове планування та управління», с. 124–125 — очікувана тривалість, дисперсія і ймовірність дотримання строку (PRJ-05...PRJ-07).

[elartu.tntu.edu.ua](https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300)  (https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/21300)

перевірено 23.09.2026

3. 3. Heizer J., Render B., Munson C.. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson, 2016. Класичний західний підручник з окремим розділом 3 «Project Management»; джерело загальних ознак і фаз проєкту,

порівняння CPM і PERT, діаграми Ганта, стиснення проєкту (підрозділ «Cost-Time Trade-Offs and Project Crashing», PRJ-08) та огляду програмного забезпечення управління проєктами (звірено лише за змістом видавця, без сторінки).

[openlibrary.org](https://openlibrary.org/isbn/9780134163512)  (<https://openlibrary.org/isbn/9780134163512>)

перевірено 23.09.2026

4. 4. Укрзалізниця відновила третину залізничних мостів, зруйнованих з початку повномасштабної війни. Укрінформ, 2023. Офіційна цитата голови правління Укрзалізниці: близько 70 пошкоджених мостів, третина відновлена, капітальний ремонт мосту через Ірпінь завершено, рух відновлено обома коліями.

[ukrinform.ua](https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3694542-ukrzeliznica-vidnovila-tretinu-zaliznicnih-mostiv-zrujnovanih-z-pochatku-povnomasstabnoi-vijni.html)  (<https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3694542-ukrzeliznica-vidnovila-tretinu-zaliznicnih-mostiv-zrujnovanih-z-pochatku-povnomasstabnoi-vijni.html>)

перевірено 22.09.2026

5. 5. Матеріал про відновлення руху через міст на р. Ірпінь. Інтерфакс-Україна, 2023. Вторинне джерело: фази відбудови мосту через Ірпінь із датами — тимчасове відновлення руху (травень 2022), капітальні роботи (з липня 2022), рух непарною колією (кінець листопада 2022), повне завершення і парна колія (кінець березня 2023).

[interfax.com.ua](https://interfax.com.ua/news/economic/903364.html)  (<https://interfax.com.ua/news/economic/903364.html>)

перевірено 22.09.2026

6. 6. Як працювала Укрпошта у 2025 році. Міністерство розвитку громад та територій України, 2025. Державне джерело: у 2025 році Укрпошта завершила автоматизацію сортувальних потужностей; за 22 місяці збудовано 24 логістичні центри.

[mininfra.gov.ua](https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv)  (<https://mininfra.gov.ua/news/yak-pratsiuvala-ukrposhta-u-2025-rotsi-dlia-liudei-biznesu-ta-veteraniv>)

перевірено 22.09.2026

7. 7. Укрпошта повністю автоматизувала сортування відправлень по Україні та за кордон. Delo.ua, 2026. Позиція компанії: увесь проєкт автоматизації реалізовано за 37 місяців власним коштом. Дата повної автоматизації (18.05.2026) розходиться з датою в державному джерелі (2025 р.) — імовірно, це різні етапи.

[delo.ua](https://delo.ua/news/ukrpostu-povnistyu-avtomatizovala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/)  (<https://delo.ua/news/ukrpostu-povnistyu-avtomatizovala-sortuvannya-vidpravlen-po-ukrayini-ta-za-kordon-465853/>)

перевірено 22.09.2026

8. 8. Boeing, ANA Complete Contractual Delivery of First 787 Dreamliner. Boeing, 2011. Офіційний пресреліз: факт передачі першого літака 787 замовнику 25.09.2011. Пресреліз не описує самі затримки — хронологію зсувів графіка джерело не

підтверджує.

[boeing.mediaroom.com](https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner) ↗ [\(https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner\)](https://boeing.mediaroom.com/2011-09-25-Boeing-ANA-Complete-Contractual-Delivery-of-First-787-Dreamliner)

перевірено 22.09.2026

9. 9. Boeing 787 Dreamliner. Wikipedia. Вторинне джерело: перший політ 15.12.2009 (близько два роки пізніше початкового плану 2007 р.); перша поставка — вересень 2011 р. (близько 40 місяців пізніше плану травня 2008 р.). Точний відсоток аутсорсингу планера — оспорювана цифра, у лекції не наводиться як факт.

[en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner) ↗ [\(https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_787\\_Dreamliner\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner)

перевірено 22.09.2026