

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з дисципліни
"Управління ІТ-проектами"
для студентів
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

2017

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Управління ІТ-проектами" для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / Укл. Т.В. Федорончак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 40 с.

Автори: Т.В. Федорончак, к.т.н., доцент

Рецензент: Н.О. Миронова, к.т.н., доцент

Відповідальний
за випуск: С.О. Субботін, д.т.н., доцент

Затверджено
на засіданні кафедри
програмних засобів

Протокол №3
від "21" листопада 2017 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична робота №1 Методи побудови мережевих моделей та діаграм передування для ІТ-проектів	5
Практична робота №2 Розрахунок тривалості проекту методом критичного шляху СРМ та методом PERT	11
Практична робота № 3 Оптимізація розкладу проекту за часом і вартістю	20
Практична робота №4 Контроль за ходом реалізації проекту методом освоєного обсягу.....	28
Література.....	36
Додаток А Варіанти індивідуальних завдань.....	37

ВСТУП

Мета дисципліни «Управління ІТ-проектами» показати проектний підхід до розробки програмних засобів та навчити студентів використовувати на практиці основні методи, інструменти та засоби керування проектами.

Внаслідок виконання практичних робіт з дисципліни студенти повинні навчитися будувати мережеві моделі проектів, розраховувати тривалість робіт проекту, керувати розкладом та контролювати хід робіт проекту.

Для виконання практичних робіт студенти повинні ознайомитися з рекомендованою літературою, а також з електронними джерелами з середовища Інтернет.

Для одержання заліку з практичної частини курсу студент здає викладачу цілком оформлений звіт, що покриває виконані чотири частини завдання, та містить змістовний аналіз отриманих в ході розв'язання практичного завдання результатів, висновки.

Звіт повинен бути оформлений відповідно до вимог діючих стандартів. Звіт виконують на білому папері формату А4 (210x297 мм). Текст розміщують тільки з однієї сторони листа. Поля сторінки з усіх боків 15 мм. Аркуші скріплюють за допомогою канцелярських скріпок.

Звіт має містити:

- титульний аркуш;
- тему та мету роботи;
- завдання до роботи;
- результати виконання завдання;
- аналіз отриманих результатів та висновки.

Під час захисту практичної роботи студент повинен продемонструвати знання теоретичного матеріалу та вміння проводити необхідні розрахунки.

Практична робота №1

Методи побудови мережевих моделей та діаграм передування для IT-проектів

Мета роботи

Використовуючи задані параметри передування задач побудувати мережевий графік проекту у вигляді стрілочної діаграми та у вигляді діаграми передування.

Теоретичні відомості

Мережеві графіки служать фундаментальними засобами моніторингу та контролю робіт проекту. Разом з планом і бюджетом проекту вони є найголовнішим інструментом управління проектами.

Існують 3 основні форми відображення мережевої моделі проекту: форма «Роботи на дугах», форма «Роботи в вузлах» і форма «Діаграма Ганта».

Стрілочні діаграми (Arrow Diagramming Method, ADM, «роботи на дугах», Activity on Arrow, AoA) використовують стрілки для подання робіт і пов'язують їх одна з одною в вузлах, що показують їх логічні взаємозв'язки. Стрілочна діаграма використовує такі основні елементи: робота, подія, залежність.

Робота – процес, що вимагає витрат часу і ресурсів і призводить до певного результату. Робота позначається стрілкою, над якою вказують назву роботи та за необхідності в дужках або знизу під стрілкою її тривалість. Початок стрілки позначає початок роботи, а голова – закінчення. Іноді довжина стрілки означає тривалість роботи.

Подія – факт закінчення однієї або декількох робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт. Будь-яка робота на мережевому графіку обмежена двома подіями. Вони пов'язують роботи в єдину мережу. Подія не має тривалості і не потребує ресурсів адже вона просто фіксує результат роботи. Подія є вузлом на діаграмі і позначається кружком, в якому проставляється унікальний номер.

В проекті завжди є одна початкова подія, що відображає факт його початку, та одна кінцева подія, що відображає той факт, що всі роботи проекту завершено.

Залежність (фіктивна робота) вводиться для відображення

технологічної або організаційної залежності робіт і не вимагає витрат ні часу, ні ресурсів. Залежність відображає логічну залежність однієї роботи від іншої і зображується пунктирною стрілкою. Фіктивна робота позначається пунктирною стрілкою.

Як приклад застосування залежностей можна навести наступні випадки:

– коли наступна робота вимагає закінчення декількох попередніх робіт, фіктивна робота дозволяє показати існуючу логічну залежність;

– коли дві роботи виконуються паралельно, використовується додаткова подія та фіктивна робота, щоб усунути неоднозначність та показати завершення однієї з робіт.

Таким чином мережева модель у вигляді стрілочної діаграми зв'язується через події, тобто через конкретні результати, а роботи виникають як наслідок, тобто як відповідь на питання «Що потрібно зробити для отримання наступного результату». В цих діаграмах результат домінує над процесом.

Побудуємо стрілочну діаграму за вихідними даними, наведеними в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані про роботи проекту

Робота	Попередня робота
A	-
B	A
C	-
D	B,C
E	C
F	E
G	E

На рис. 1.1 наведено результат побудови стрілочної діаграми.

При побудові мережевого графіка (рис. 1.1) було враховано такі припущення і обмеження:

– роботи А і С не мають попередніх, тобто вони починаються з вихідної події графіка;

– у роботи Е попередником є робота С, а у роботи D дві попередні роботи В і С, тому між третьою і четвертою подіями показана залежність;

– роботи F і G мають одну і ту ж попередню роботу E, тому введено додаткову подію 6 для усунення неоднозначності.

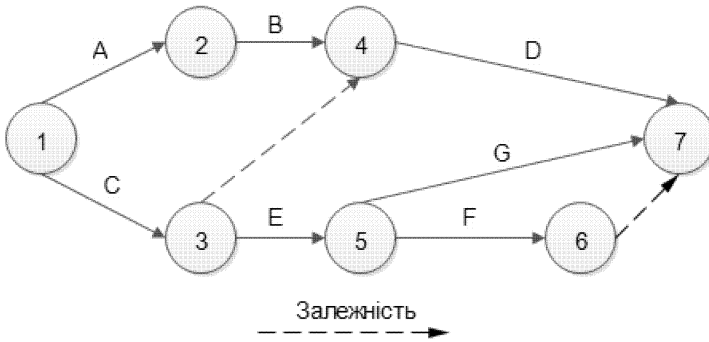


Рисунок 1.1 – Мережевий графік у вигляді стрілочної діаграми («роботи на дугах»)

Розглянемо деякі приклади побудови стрілочних діаграм, які потребують використання залежностей.

Нехай є параметри передування задач проекту (табл. 1.2):

Таблиця 1.2 – Приклад №1 передування робіт

Робота	Попередня робота
A	-
B	-
C	A
D	A,B

Щоб відобразити таку залежність між роботами, необхідно використати фіктивну роботу, адже роботи C та D мають різний набір попередніх робіт. Фрагмент стрілочної діаграми, що відображає таку залежність наведено на рис. 1.2.

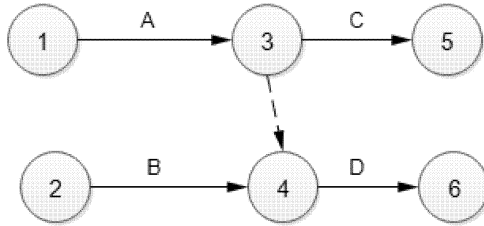


Рисунок 1.2 – Стрілочна діаграма для прикладу №1

Розглянемо наступний приклад (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Приклад №2 передування робіт

Робота	Попередня робота
A	-
B	-
C	-
D	A,B
E	B
F	B,C

Стрілочна діаграма, що відображає таку залежність між роботами наведена на рис. 1.3. Зверніть увагу, що роботи D, E, F не розділяють один й той самий набір попередніх робіт. Тому виникає необхідність використати дві фіктивні роботи, щоб показати необхідну послідовність робіт проекту.

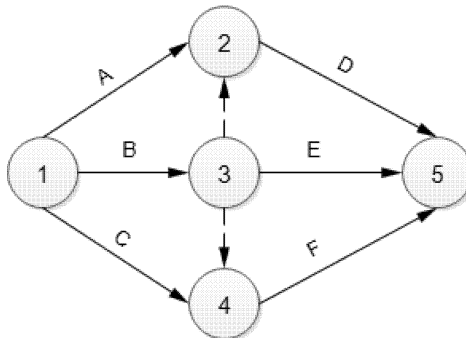


Рисунок 1.3 – Стрілочна діаграма для прикладу №2

Розглянемо наступний приклад (табл. 1.4). Стрілочна діаграма, що відображає таку залежність між роботами наведена на рис. 1.4.

Таблиця 1.4 – Приклад №3 передування робіт

Робота	Попередня робота
A	-
B	-
C	A
D	A,B
E	B

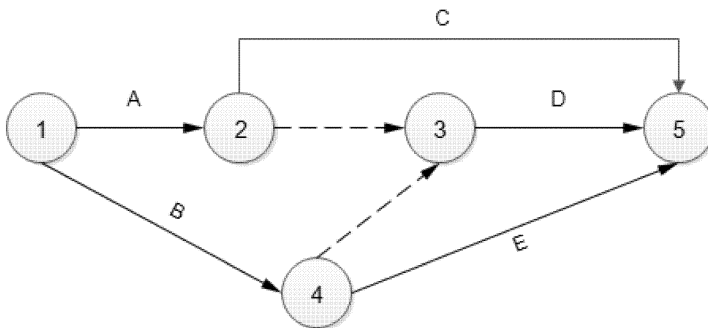


Рисунок 1.4 – Стрілочна діаграма для прикладу №3

Діаграми передування (Precedence Diagramming Method, PDM, «**роботи в вузлах**», Activity on Node, AoN) використовують прямокутники (вузли) для подання робіт, а залежності між ними відображаються стрілками, що показують взаємозв'язок робіт тобто логічну залежність однієї роботи від іншої. В цих діаграмах процес домінує над результатом.

Діаграма передування, побудована на основі початкових даних, представлених в табл. 1.1, наведена на рис. 1.5.

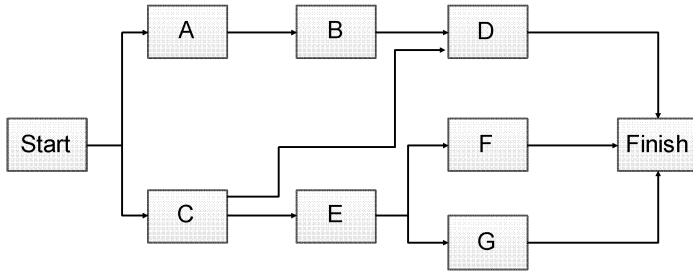


Рисунок 1.5 –Діаграма передування проекту («роботи в вузлах»)

Завдання

1. Ознайомитися з основними правилами побудови мережевих діаграм проектів.
2. Побудувати стрілочну діаграму на підставі індивідуального завдання в додатку А.1.
3. Побудувати діаграму передування на підставі індивідуального завдання в додатку А.1.
4. Проаналізувати отримані результати.

Практична робота №2

Розрахунок тривалості проекту методом критичного шляху CPM та методом PERT

Мета роботи

Розрахувати тривалість проекту за допомогою двох методів: методом критичного шляху CPM та методом PERT.

Теоретичні відомості

Розглянемо приклад розрахунку параметрів мережевої моделі на прикладі проекту, наведеного в першій практичній роботі. Мережева модель проекту наведена на рис. 1.1 та 1.2. Проект складається з шести робіт. Тривалість робіт наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика робіт проекту

Робота	Тривалість роботи
A	3
B	2
C	6
D	4
E	2
F	1
G	3

Розглянемо приклад **розрахунку тривалості проекту та його критичного шляху**. Хоча метод розрахунку для стрілочних діаграм і діаграм передування є однаковим, інформація на мережевих діаграмах цих двох типів подається по різному. Розрахунок критичного шляху виконується двома проходами по діаграмі: вперед та назад. При прямому проході мережевою діаграмою визначаються найбільш ранні строки виконання для вузлів. При виконанні зворотного проходу визначаються пізні строки виконання для вузлів. Після проходів обчислюються резерви часу і як результат визначається тривалість всього проекту та критичний шлях проекту.

При використанні секторного методу на стрілочних діаграмах проекту подія розбивається на чотири сектори, в яких зазначається номер події (i), найбільш *ранній строк звершення події* (Earliest event

time, EET), найбільш пізній строк звершення події (Latest event time, LET) та резерв часу для події (R_i). На рис. 2.1 наведено приклад подання вузла.

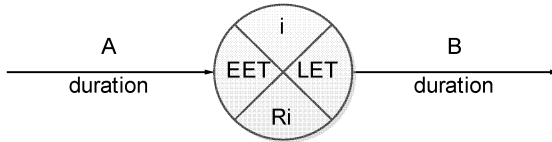


Рисунок 2.1 – Секторне подання вузла на стрілочній діаграмі

Розглянемо розрахунки для стрілочної діаграми, що використовується в якості прикладу (рис. 2.2).

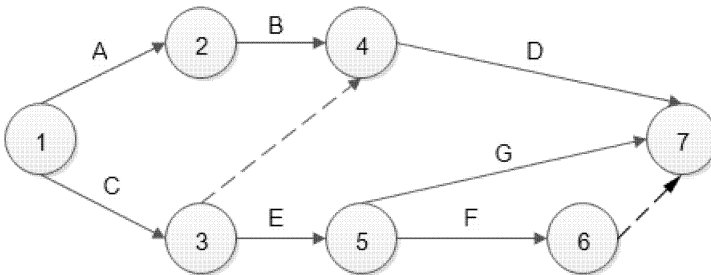


Рисунок 2.2 – Стрілочна діаграма проекту

При прямому проході розраховується ранній строк звершення подій. Ранній строк звершення початкової події дорівнює нулю ($EET_{\text{first}} = 0$). Для кожної наступної події ранній строк звершення дорівнює ранньому строку звершення пов'язаної попередньої події плюс тривалість роботи, що зв'язує їх. Якщо подія має декількох попередників, обирається найбільше з розрахованих значень. В результаті прямого проходження отримуємо тривалість проекту, що дорівнює строку звершення останньої події.

При зворотному проході обчислюються пізні строки звершення події. Для останньої події ранній строк стає пізнім строком звершення ($LET_{\text{last}} = EET_{\text{last}}$). Пізні строки інших подій отримуються шляхом віднімання від пізнього строку наступної події тривалості роботи, що їх зв'язує. Якщо подія має декількох наступників, обирається найменше з розрахованих значень.

Після двох проходів для вузлів розраховується часовий резерв подій, який дорівнює $R=LET-EET$.

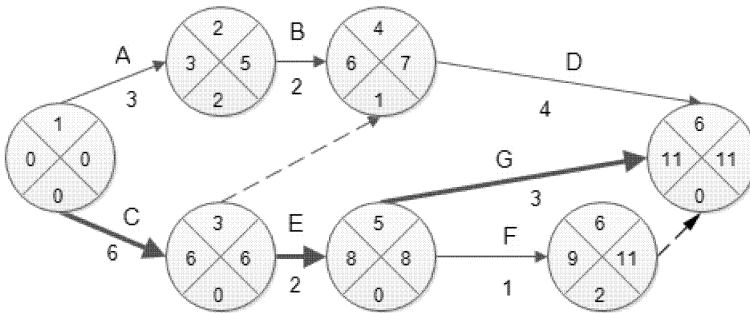


Рисунок 2.3 – Розрахунок критичного шляху для стрілочної діаграми

Найдовший шлях від початкового вузла до останнього через всі вузли з нульовим резервом, називається **критичним шляхом**. Довжина критичного шляху дорівнює тривалості проекту. Іншими словами можна сказати, що критичний шлях – це послідовність робіт проекту, від якої залежить строк завершення проекту. Знайдений критичний шлях проекту на стрілочній діаграмі позначається жирними стрілками.

Для діаграм передування вузол роботи розбивається на декілька частин, в яких вказується назва роботи, її тривалість, *ранній початок роботи* (ES), *раннє завершення* (EF), *пізній початок* (LS), *пізнє завершення* (LF), *резерв часу*. На рис. 2.4 наведено приклад позначення вузла з роботою.

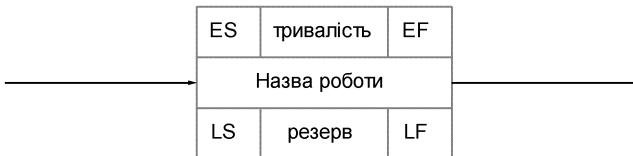


Рисунок 2.4 – Подання вузла на діаграмі передування

Ранній початок ES (Early Start) – найбільш ранній з можливих термінів початку роботи. Раннє завершення EF (Early Finish) – найбільш ранній з можливих термінів завершення роботи. Пізній початок ES (Early Start) – найбільш пізній з можливих термінів

початку роботи. Пізнє завершення EF (Early Finish) – найбільш пізній з можливих термінів завершення роботи.

При прямому проході розраховуються ранні строки для робіт. Для перших робіт, які не залежать від інших, ранній початок дорівнює нулю ($ES_{\text{first}} = 0$). Раннє завершення роботи дорівнює ранньому початку плюс тривалість роботи ($EF = ES + T$). Для кожної наступної роботи ранній початок дорівнює максимальному з ранніх завершень всіх її попередників. В результаті прямого проході отримаємо тривалість проекту, що дорівнює максимальному з ранніх строків завершення останніх робіт, що не мають наступників.

При зворотному проході обчислюються пізні строки завершення і початку робіт. Для останніх робіт пізні строки завершення дорівнюють тривалості проекту, тобто максимальному із ранніх строків завершення останніх робіт $LF_{\text{last}} = \max(EF_{\text{last}})$. Пізній старт роботи дорівнює пізньому завершенню відняти тривалість роботи ($LS = LF - T$). Для попередніх робіт пізнє завершення роботи дорівнює мінімальному з пізніх початків всіх наступників.

Після двох проходів для вузлів розраховується загальний часовий резерв для робіт, який дорівнює $TF = LF - EF$.

Загальний (повний) резерв часу (Total float) показує проміжок часу, на який можна затримати початок роботи або збільшити її тривалість без зміни терміну завершення проекту.

Окремий (вільний) резерв часу (Free Float) – проміжок часу, на який можна затримати початок роботи, або збільшити її тривалість без зміни раннього початку наступних робіт.

Розглянемо розрахунки для діаграми передування, що використовується в якості прикладу (рис. 2.5).

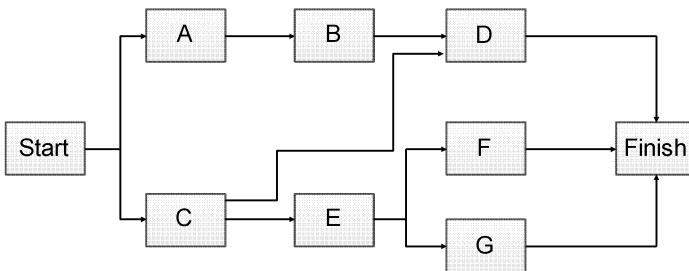


Рисунок 2.5 – Діаграма передування проекту

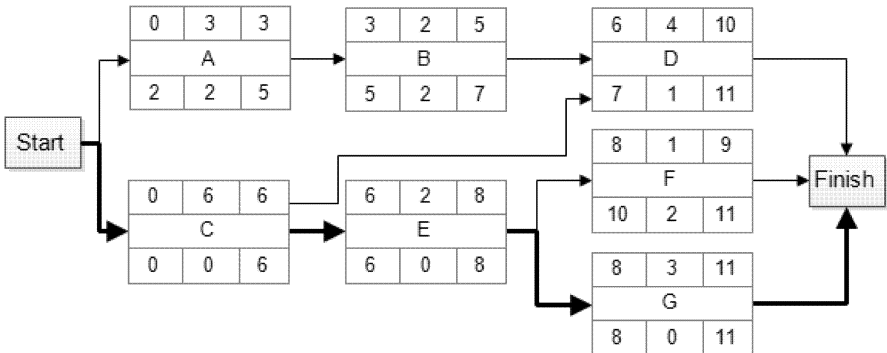


Рисунок 2.6 – Розрахунок критичного шляху для діаграми передування

Критичний шлях проходить по роботах C, E і G, що не мають резервів часу. Тривалість проекту становить 11 днів. При цьому робота A не має окремого (вільного) резерву часу, її затримка призведе до зриву термінів початку наступної роботи B.

Окремий резерв роботи не може бути більше загального. Він показує той резерв, який є в розпорядженні менеджера, щоб не зірвати початок робіт наступників.

У мережевому графіку може бути кілька критичних шляхів, але всі вони повинні починатися в вихідному події графіка і без розривів завершуватися в кінцевому події.

Метод аналізу і оцінки програм PERT (Program Evaluation and Review Technique) має переваги перед методом критичного шляху в ситуаціях, коли досягнення цілей проекту пов'язано з фактором невизначеності.

Для оцінки діапазону тривалості робіт PERT застосовує три оцінки:

- *найбільш ймовірна* (M) – тривалість роботи визначається з урахуванням попереднього виділення ресурсів, їх продуктивності, реалістичної оцінки їх доступності для виконання даної роботи, залежності від інших учасників і затримок;

- *оптимістична* (O) – тривалість роботи ґрунтується на аналізі найбільш сприятливого сценарію розвитку роботи;

- *песимістична* (P) – тривалість роботи ґрунтується на аналізі найбільш несприятливого сценарію розвитку роботи.

Розглянемо застосування методу PERT на наступному прикладі. Нехай тривалість робіт наведеного вище проекту наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Оцінка тривалості робіт проекту

Робота	Оптимістична оцінка тривалості, O	Найбільш імовірна тривалість, M	Песимістична оцінка, P
A	2	3	4
B	2	2	3
C	4	6	9
D	3	4	5
E	2	2	3
F	1	1	3
G	2	3	4

Очікувана тривалість роботи дорівнює середньому зваженому трьох оцінок:

$$m = (P + 4M + O) / 6.$$

Стандартне відхилення тривалості роботи дорівнює

$$\sigma = (P - O) / 6.$$

Розрахунок очікуваного часу завершення робіт, дисперсії і середньоквадратичного відхилення приведені в табл. 2.3, а модель проекту на рис. 2.5.

Таблиця 2.3 – Оцінка параметрів проекту

Робота	Очікувана тривалість, M	Стандартне відхилення, σ	Дисперсія, D
A	3	0.33	0.11
B	2.2	0.17	0.03
C	6.2	0.83	0.69
D	3.8	0.33	0.11
E	2.2	0.17	0.03
F	1.3	0.33	0.11
G	3	0.33	0.11

Після розрахунків очікуваної тривалості необхідно побудувати мережеву діаграму проекту та визначити критичний шлях проекту. Нехай після розрахунків визначено, що критичний шлях проходить по роботах С, Е і G.

Для розрахунку тривалості шляху додається очікувана тривалість виконання всіх робіт, що лежать на шляху. Для визначення стандартного відхилення тривалості робіт на шляху необхідно скористатися формулою

$$\sigma = \sqrt{D_1 + \dots + D_n}.$$

Тоді в наведеному прикладі тривалість критичного шляху $T_k = MC + ME + MG = 6.2 + 2.2 + 3 = 11.4$ дні. Дисперсія критичного шляху $D_k = DC + DE + DG = 0.69 + 0.03 + 0.11 = 0.83$. Стандартне відхилення $\sigma = \sqrt{D_k} = 0.91$.

Стандартне відхилення можна використовувати для ілюстрації ступеня невизначеності виконання проекту за час T_k (рис. 2.7).

В межах трьох стандартних відхилень від T_k тривалість виконання проекту може змінюватися від 8,67 до 14,13 днів. В межах одного стандартного відхилення тривалість виконання проекту може мінятися від 10,49 до 12,31 днів з ймовірністю в 68%. Ймовірність завершення проекту між 8,67 до 14,13 днями дорівнює 99,74%.

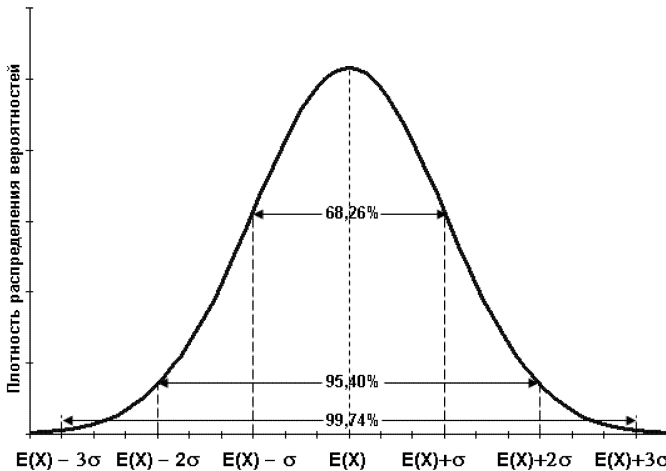


Рисунок 2.7 – Ступінь невизначеності тривалості проекту

Підраховавши середню тривалість робіт проекту і середні відхилення робіт, можна за допомогою статистичних таблиць розрахувати ймовірність виконання проекту (або частини проекту) до конкретного часу. Для цього необхідно розрахувати наступну величину

$$Z = [T_s - T_o] / \sigma, \quad (3.1)$$

де T_s – планова тривалість робіт, для яких проводяться розрахунки;

T_o – очікувана тривалість робіт;

σ – стандартне відхилення робіт;

Z – кількість стандартних відхилень від середнього, яка за статистичними таблицями може бути переведена на ймовірність $P(z < Z)$.

В таблиці 2.4 наведені деякі значення величини Z та відповідні ймовірності.

Таблиця 2.4 – Таблиця відповідності величини Z та ймовірності

Величина Z	Ймовірність	Величина Z	Ймовірність
-2,0	0,02	+2,0	0,98
-1,5	0,07	+1,5	0,93
-1,0	0,16	+1,0	0,84
-0,7	0,24	+0,7	0,76
-0,5	0,31	+0,5	0,69
-0,3	0,38	+0,3	0,62
-0,1	0,36	0,1	0,54

В програмі Excel шукана ймовірність може бути отримана за допомогою функції НОРМ.СТ.РАСП («значення Z »;1).

Нехай необхідно визначити ймовірність завершення проекту за 10 днів. Тоді $Z = (10 - 11.4) / 0,91 = -1,53$. Ймовірність, що відповідає значенню $Z = -1,53$ приблизно дорівнює 0,07. Це значить, що ймовірність завершити роботи над проектом на 10 день або раніше дорівнює 7 %.

Можна вирішити зворотну задачу і визначити, який граничний кінцевий термін відповідає заданому рівню імовірності завершення проекту. Припустимо, що необхідно визначити, який граничний

кінцевий термін відповідає 95% рівню ймовірності завершення проекту.

Знаходимо значення Z , що відповідає ймовірності 0,95%.

В програмі Excel для знаходження Z можна скористатися функцією =НОРМ.СТ.ОБР(«ймовірність»).

В результаті знайдене значення $Z = 1,645$, що відповідає ймовірності 0,95%. Підставивши знайдене Z в рівняння (3.1) і вирішивши його, отримаємо строк виконання в 12,9 днів.

Такі самі розрахунки можна провести для визначення ймовірності завершення некритичних шляхів проекту. Щоб визначити ймовірність того, що некритичний шлях затримає проект, необхідно задати в якості планової тривалості T_s очікувану довжину критичного шляху (тобто очікувану тривалість проекту). Розрахованому значенню Z відповідає ймовірність завершення шляху в заданий строк (P_s). Тоді ймовірність затримання проекту $P_z = 1 - P_s$.

Завдання

1. Мережевий графік проекту взяти з роботи №1.
2. За індивідуальним завданням в додатку А.2 провести розрахунки методом PERT, розрахувавши для робіт очікувані тривалості, дисперсії та стандартні відхилення.
3. Знайти критичний шлях проекту, використовуючи знайдені очікувані тривалості робіт. Розрахунок критичного шляху провести на стрілочній діаграмі та на діаграмі передування. Визначити очікувану тривалість проекту.
4. Провести необхідні розрахунки:
 - а) визначити, якій тривалості відповідають 85, 90, 99 відсоткові ймовірності завершення проекту;
 - б) визначити ймовірність завершення проекту на два дні швидше та на два дні довше за розраховану тривалість;
 - в) обрати некритичний шлях в проекті та визначити з якою ймовірністю він може затримати проект.

Практична робота № 3 Оптимізація розкладу проекту за часом і вартістю

Мета роботи

Провести оптимізацію проекту методом PERT/COST.

Теоретичні відомості

У мережевому графіку для кожної роботи, якщо це є можливим, визначається дві оцінки часу і витрат. Перший набір оцінок часу виконання та витрат характеризує нормальний стан проекту, а другий набір оцінок відноситься до стану прискорення.

Стан прискорення – це спроба прискорити роботу за допомогою використання додаткових ресурсів, наприклад, понаднормової роботи працівників, спеціального обладнання, додаткового персоналу або сировини тощо.

Нормальна тривалість роботи – це час, необхідний для її виконання при використанні ресурсів, зазвичай наявних в організації, і без застосування додаткових засобів. Крім нормальної тривалості, визначається і відповідна їй *нормальна вартість*.

Форсована або прискорена тривалість – це час, необхідний для виконання проекту або його робіт при додаткових фондах або ресурсах. *Прискорена вартість* роботи – це її вартість при прискореній тривалості.

Час виконання проекту при прискорених тривалостях виконання робіт розглядається як прискорена тривалість проекту, а сумарна вартість при такому виконанні є вартістю прискореного виконання проекту.

На підставі оцінок тривалості і вартості робіт визначається *коефіцієнт вартості* (K_B), що дорівнює кількості коштів, необхідних для зменшення тривалості на один день:

$$K_B = [V_p - V_n] / [T_n - T_p],$$

де V_p – прискорена вартість роботи, V_n – нормальна вартість роботи, T_p – прискорена тривалість роботи, T_n – нормальна тривалість роботи.

Коефіцієнт вартості може бути єдиним на всьому часовому

проміжку зменшення тривалості роботи або може бути різним. Наведемо приклади.

Випадок 1. Для економії п'яти робочих днів в проекті необхідні додаткові витрати в 500 грн. Коефіцієнт вартості в цьому випадку дорівнює 100 грн. Це значить, що для прискорення робіт проекту на один день необхідно 100 грн.

Випадок 2. При зміні часу виконання проекту з 16 до 12 робочих днів вартість збільшується з 100 до 300 грн. Далі для економії часу потрібні дві одиниці ресурсу замість одного, що призводить до збільшення вартості до 600 грн. У цьому випадку маємо два коефіцієнта вартості:

$$K_{16-12}=(300-100)/(16-12)=50 \text{ та } K_{12-11}=(600-300)/(12-11)=300$$

Крім того можливий випадок, коли зв'язок між нормальною і прискореними вартостями відсутній. Робота може виконуватися або за нормальний час при нормальній вартості, або за прискорений час при прискореній вартості. У цьому випадку коефіцієнт вартості не має сенсу.

Алгоритм оптимізації розкладу проекту за вартістю і часом складається з наступних процедур.

1. Визначають нормальну тривалість проекту і нормальну вартість.

2. Визначають критичний шлях при нормальній тривалості робіт.

3. Щоб прискорити виконання проекту, необхідно прискорювати роботи, що знаходяться на критичному шляху. Тому з розрахунків виключають всі некритичні роботи, які не потрібно скорочувати до прискореної тривалості.

4. Складають таблицю нормальних і прискорених тривалостей і вартостей робіт.

5. Обчислюють вартісні коефіцієнти для кожної роботи. Тобто визначають вартість прискорення кожної роботи на один день.

6. Оцінюють залежність вартості проекту від часу шляхом скорочення тривалості критичних робіт, починаючи з робіт з мінімальним коефіцієнтом вартості. Тривалість роботи скорочується до досягнення її прискореної тривалості або утворення нового критичного шляху.

7. За наявності кількох паралельних критичних шляхів для зменшення загальної тривалості проекту необхідно скорочувати одночасно кожен з них. При цьому скорочують комбінацію робіт, що мають мінімальний сукупний коефіцієнт вартості.

8. На кожному кроці проводять перевірку з метою з'ясувати, чи не з'явився резервний час у тих чи інших робіт. Якщо резерв з'явився, то, можливо, тривалість цих робіт можна збільшити для зменшення вартості проекту.

9. Після кожного циклу скорочення тривалості робіт обчислюють нові вартість і тривалість проекту.

10. Продовжують цей процес до тих пір, поки подальше скорочення стане неможливим. Це так звана прискорена точка проекту.

11. Будують графік зміни непрямих витрат.

12. Складають прямі і непрямі витрати для визначення сумарної вартості виконання проекту при кожній тривалості.

13. Використовують криву сумарної вартості для визначення оптимальної тривалості (відповідної мінімальної вартості) або вартості будь-якого іншого бажаного розкладу виконання проекту.

Розглянемо приклад розрахунку. Вихідні дані по проекту наведені в табл. 3.1. Проект має постійні непрямі витрати, рівні 60 грн в день. Прямі витрати – це безпосередні витрати на ресурси, необхідні для виконання робіт.

Таблиця 3.1 – Параметри проекту

Робота	Попередня робота	Тривалість (нормальна, прискорена)	Вартість (нормальні, прискорені)
A	–	2, 1	50, 70
B	A	4, 2	80, 160
C	A	8, 4	70, 150
D	A	6, 5	60, 100
E	B	7, 5	100, 160
F	D	4, 3	40, 100
G	C,E,F	5, 4	100, 150

Прискорена тривалість роботи – це мінімальна тривалість, за яку можна виконати цю роботу, застосовуючи додаткові ресурси.

Залежність між тривалістю і вартістю робіт є лінійною. Коефіцієнт вартості наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Коефіцієнти вартості робіт

Робота	Коефіцієнт вартості K_B
A	20
B	40
C	20
D	40
E	30
F	60
G	50

Критичний шлях мережевого графіка, побудованого на підставі нормальної тривалості, складає 18 днів і проходить по роботах А, В, Е і G (рис. 3.1).

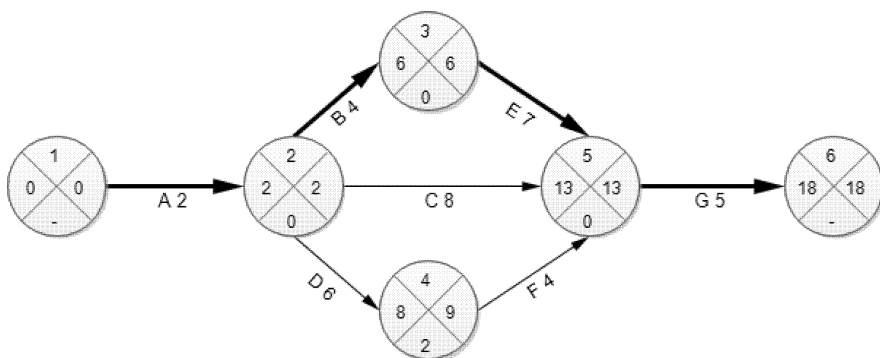


Рисунок 3.1 – Мережевий графік проекту

Сумарна вартість прямих витрат всіх робіт проекту (нормальна вартість) становить $50+80+70+60+100+40+100=500$ грн.

Для скорочення загальної тривалості проекту потрібно скоротити час, необхідний для виконання однієї з робіт критичного шляху.

Для визначення критичної роботи, скорочення якої пов'язане з найменшими витратами, звернемося до табл. 3.2. Знаходимо, що такою роботою є робота А ($K_B=20$). Роботу А можна скоротити тільки

на один день, тому результатом першого кроку оптимізації стане скорочення терміну проекту до 17 днів і збільшення прямих витрат до $500+20=520$ грн.

Наступна критична робота з найменшим коефіцієнтом вартості – це робота Е. Скорочення цієї роботи на один день призводить до збільшення сумарних прямих витрат до $520+30=550$ грн. і скорочення тривалості до 16 днів. Прискорення роботи Е призвело до появи другого критичного шляху А- D - F – G (рис. 3.2).

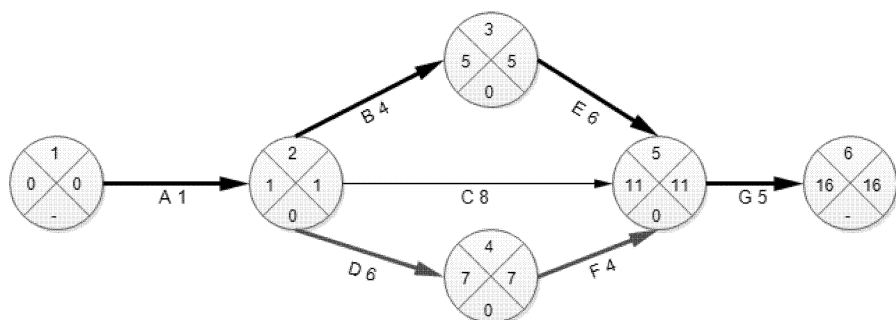


Рисунок 3.2 – Поява другого критичного шляху в результаті скорочення тривалості робіт

Так як скорочення роботи А більш неможливо, то далі розглядаємо можливість скорочення робіт на наступних гілках мережевого графіка: В-Е-Г і D-F-G.

При прискоренні будь-якої з робіт В або Е необхідно прискорювати будь-яку з робіт D і F і навпаки, адже ці роботи знаходяться на паралельних шляхах однакової довжини. Розглянемо можливі комбінації прискорення робіт і необхідні для цього витрати (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Оцінка можливих комбінацій робіт, що прискорюються

Робота, що розглядається	Комбінація робіт	Витрати
В	D	$40 + 40 = 80$
	F	$40 + 60 = 100$
Е	D	$30 + 40 = 70$
	F	$30 + 60 = 90$

Іншою альтернативою є скорочення роботи G, загальною для двох критичних шляхів. Скорочення роботи G на один день з витратами в 50 грн. є кращим, ніж скорочення будь-якої комбінації робіт з табл. 3.3. Скорочення роботи G на один день призводить до збільшення сумарних прямих витрат до $550+50=600$ грн. і скорочення тривалості до 15 днів.

Роботу G можна було прискорити тільки на один день, тому наступним кроком є одночасне скорочення робіт E і D з найменшими сумарними витратами в 70 грн. В результаті термін проекту скоротиться до 14 днів, а його вартість збільшиться до 670 грн.

Заключним кроком є прискорення робіт B і F за 100 грн, що скорочує термін проекту до 13 днів і доводить сумарні прямі витрати до 770 грн.

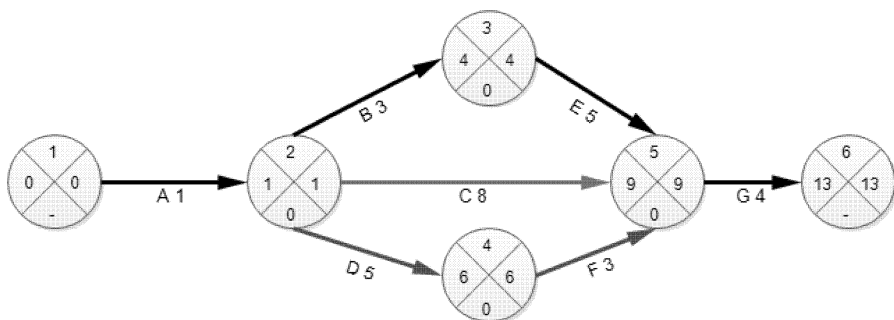


Рисунок 3.3 – Поява третього критичного шляху в результаті скорочення тривалості робіт

В результаті останнього прискорення з'являється ще один критичний шлях. Таким чином, щоб прискорити роботу на одному з шляхів, необхідно буде прискорити роботи на двох інших. Хоча у робіт B і C ще залишилися часові резерви для прискорення, подальше скорочення тривалості проекту неможливо, так як інші критичні роботи були максимально прискорені.

Виконання кожного проекту пов'язано також з додатковими непрямими витратами, наприклад, на служби обслуговування, інженерний і адміністративний штат. Ці витрати слід додати до прямих витрат для визначення сумарних витрат проекту. За умовою

завдання непрямі витрати становлять 60 грн. в один день.

При нормальній тривалості проекту в 18 днів загальна кількість цих витрат складе 1080 грн. Сумарні витрати при цьому дорівнюють 1580 грн. Прискорення робіт графіка призводить до збільшення прямих витрат і скорочення непрямих (рис. 3.2).

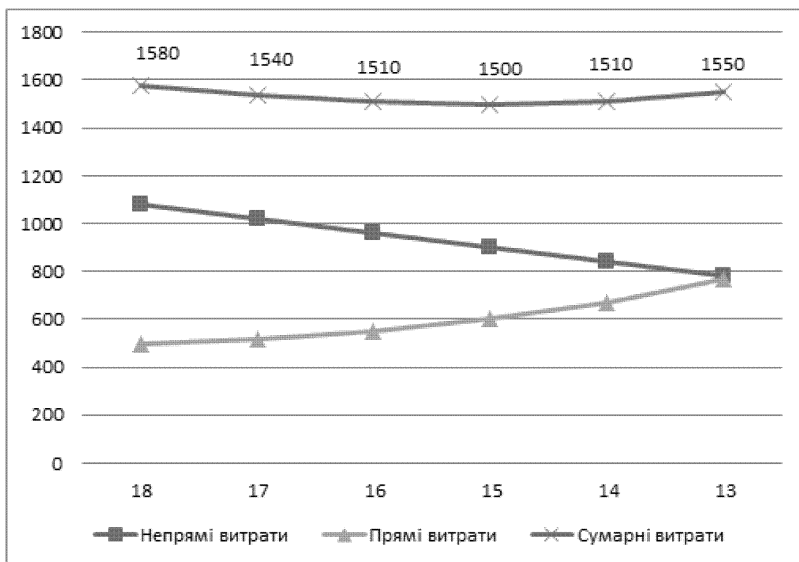


Рисунок 3.2 – Графік залежності вартості проекту від його тривалості

Мінімальна сумарна вартість проекту досягається при скороченні його термінів до 15 днів. Ця тривалість є бажаною, оскільки вона відповідає мінімальній вартості.

Завдання

1. Мережевий графік проекту взяти з роботи №1.
2. Вихідні параметри тривалості та вартості робіт проекту наведені в таблиці.

Визначити критичний шлях та нормальну тривалість та вартість проекту.

Проект має постійні витрати, рівні 150 грн в один день.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для методу PERT/COST

Робота	Тривалість (нормальна, прискорена)	Вартість (нормальна), грн	Збільшення витрат при прискоренні (1-й, 2-й, 3-й, всі інші дні), грн
A	7, 5	100	35, 40
B	5, 4	120	70
C	10, 5	65	45, 50, 60, 75
D	4, 3	250	100
E	11, 6	400	60, 70, 80, 90
F	8, 5	350	55, 65, 75
G	10, 5	550	45, 55, 65, 85
H	5, 4	200	80
I	10, 6	220	25, 30, 45, 50
J	6, 3	600	35, 50, 65
K	4, 4	200	-
L	8, 5	350	50, 60, 70
M	11, 6	800	40, 45, 55, 75
N	6, 4	325	35, 60
O	3, 2	500	25

3. Оцінити залежність вартості проекту від часу.
4. Побудувати графік зміни прямих та непрямих витрат.
5. Використовуючи криву сумарної вартості, визначити оптимальну тривалість проекту.

Практична робота №4

Контроль за ходом реалізації проекту методом освоєного обсягу

Мета роботи

Розробити опорний план проекту і провести аналіз і прогнозування ходу виконання проекту методом освоєного обсягу.

Теоретичні відомості

Метод освоєного обсягу заснований на визначенні відношення фактичних витрат до обсягу робіт, які повинні бути виконані на певну дату. При цьому враховується інформація по вартості, плановому і фактичному графіку робіт і дається узагальнена оцінка про стан робіт на поточний момент часу. Виявлені тенденції використовуються для прогнозу майбутньої вартості робіт при завершенні і визначення факторів, що впливають на графік виконання робіт.

Поточна дата – це дата, на яку виконується розрахунок звітів.

При аналізі освоєного обсягу використовуються три показники для визначення розбіжності в графіку робіт і вартості: планові витрати, фактичні витрати та освоєний обсяг.

Освоєний обсяг (Earned value, EV) або *базова вартість виконаних робіт* (Budgeted Cost of Work Performed, BCWP) – це планова вартість фактично виконаних робіт або кількість ресурсу, запланована на фактично виконаний обсяг робіт до поточної дати. Освоєний обсяг не залежить від фактично зроблених витрат по роботі.

Плановий обсяг (Planned value, PV) або *базова вартість запланованих робіт* (Budgeted Cost of Work Scheduled, BCWS) – це бюджетна вартість робіт, запланованих відповідно до розкладу до поточної дати, або кількість ресурсу, передбачуваного для використання до поточної дати.

Фактичні витрати (Actual cost, AC) або *фактична вартість виконаних робіт* (Actual Cost of Work Performed, ACWP) – це фактична вартість виконаних робіт на поточну дату або кількість ресурсу, фактично витраченого на виконання робіт до поточної дати.

Метод освоєного обсягу дозволяє визначити реальне відхилення проекту за витратами та за графіком виконання робіт.

Відхилення за витратами (CV, Cost Variance) (перевитрата

коштів) – це величина, отримана з різниці освоєного обсягу і фактичної вартості виконаних робіт:

$$CV = EV - AC.$$

Його значення:

- $CV > 0$ показує економію бюджету;
- $CV = 0$ показує, що робота вкладається в бюджет;
- $CV < 0$ показує перевищення бюджету.

Для роботи, що знаходиться в процесі виконання, необхідно визначити процентну оцінку завершеності (з точки зору витрат).

Відставання від графіка (SV, Schedule Variance) визначається різницею між освоєним обсягом і плановим обсягом:

$$SV = EV - PV.$$

Вимірює, наскільки в грошовім вираженні виконання проекту випереджає або відстає від плану:

- $SV > 0$ показує, що виконано більше робіт, чим заплановано;
- $SV = 0$ показує, що робота іде за графіком;
- $SV < 0$ показує, що виконано менше робіт, чим заплановано.

Відхилення за витратами та відставання від графіка розраховуються для кожної роботи та підсумовуються для оцінки всього проекту.

Індекс виконання бюджету (CPI, Cost Performance Index) показує відношення освоєного обсягу до фактичних витрат:

$$CPI = EV / AC.$$

CPI показує, наскільки добре проект укладається в бюджет:

- $CPI > 1$, вартість нижче, чим було заплановано;
- $CPI < 1$, вартість вище, чим було заплановано.
- $CPI = 0$ показує, що роботу ще не було розпочато.

Індекс виконання розкладу (SPI, Schedule Performance Index) показує відношення освоєного обсягу до планового обсягу:

$$SPI = EV / PV.$$

SPI показує, наскільки добре проект укладається в розклад:

- SPI > 1 показує, що проект випереджає розклад;
- SPI < 1 показує, що проект відстає від розкладу.
- SPI=0 показує, що роботу ще не було розпочато.

Кінцева вартість проекту прогнозується на підставі інформації про витрати проекту на поточний момент часу.

Планова бюджетна вартість (BAC, Budget At Completion) – це обсяг коштів, запланованих на проект. Вона дорівнює сумі бюджетних витрат всіх запланованих робіт.

Оцінка кінцевої вартості проекту (EAC, Estimate At Completion) дорівнює сумі фактичних витрат на поточну дату та оцінки робіт, що залишилися (ETC, Estimate to completion):

$$EAC = AC + ETC.$$

Оцінка робіт, що залишилися, може бути виконана декількома способами.

- це може бути нова оцінка вартості проекту, що залишилася;
- планова вартість робіт, що залишилась, при умові, що попередні відхилення були тимчасовими і далі проект буде йти за планом:

$$ETC = BAC - EV;$$

- вартість проекту, що залишилася, скоригована з урахуванням поточної продуктивності:

- з урахуванням поточної витрати бюджету

$$ETC = (BAC - EV) / CPI;$$

- з урахуванням поточної витрати бюджету і виконання графіку робіт

$$ETC = (BAC - EV) / (CPI \times SPI).$$

На основі прогнозованої та планової вартості визначають показник **прогнозного відхилення вартості проекту** (VAC, Variance at Completion):

$$VAC = BAC - EAC.$$

Слід зазначити, що часто значимість показників самих по собі нижча, ніж їхня зміна з часом.

Розглянемо приклад розрахунків на прикладі проекту, вихідні дані до якого наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідна інформація про проект

Робота	Попередня робота	Тривалість, дні	Вартість в день, тис. грн.	Вартість, тис. грн.
A	-	3	3	9
B	A	5	5	25
C	A	3	12	36
D	A	4	9	36
E	A	2	9	18
F	C	4	6	24
G	D, E	3	4	12
H	B, F, G	2	11	22

Побудуємо мережевий графік проекту та розрахуємо критичний шлях. На рис. 4.1 наведено діаграму передування проекту з розрахунками. За розрахунком, тривалість проекту складає 12 днів.

Планова вартість робіт проекту (ВАС) складає 182 тис. грн.

Будемо вважати, що вартість робіт списується в проекті пропорційно до відсотка їх завершення.

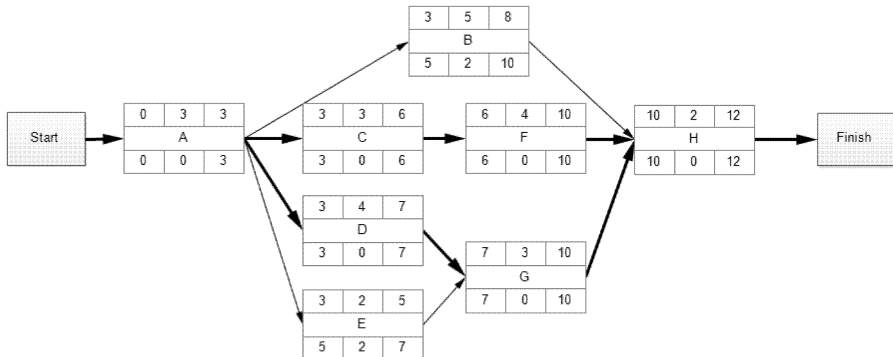


Рисунок 4.1 – Діаграма передування проекту з розрахованим критичним шляхом

Побудуємо опорний або базовий план проекту, який буде використовуватися в якості основи при розрахунках (рис. 4.2). На рисунку для кожної роботи вказано тривалість (T), строк раннього старту (ES) та пізнього фінішу (LF), часовий резерв (TF) та планова вартість (PV). Графік робіт показано у вигляді діаграми Ганта. Для кожної роботи вказано моменти списання вартості.

Робота	T	ES	LF	TF	BAC	Періоди часу (дні)																		
						0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
A	3	0	3	0	9	3	3	3																
B	5	3	10	2	25					5	5	5	5	5										
C	3	3	6	0	36					12	12	12												
D	4	3	7	0	36					9	9	9	9											
E	2	3	7	2	18					9	9													
F	4	6	10	0	24									6	6	6	6							
G	3	7	10	0	12										4	4	4							
H	2	10	12	0	22														11	11				
Бюджет по днях						3	3	3	35	35	26	20	15	10	10	11	11							
Кумулятивний бюджет						3	6	9	44	79	105	125	140	150	160	171	182							

Рисунок 4.2 – Опорний план проекту

Знизу графіку Ганта для кожного періоду часу показана планова вартість робіт за вказаний період та кумулятивна планова вартість робіт. З цих даних можна побудувати графік витрати бюджету проекту (рис. 4.3).

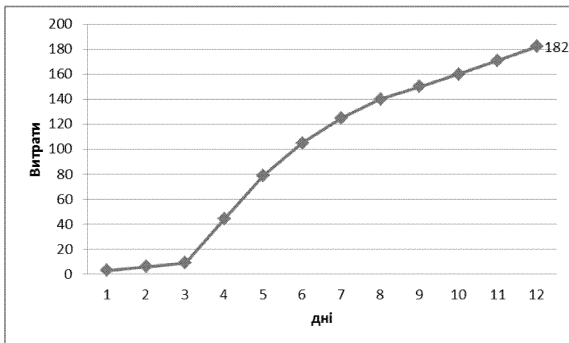


Рисунок 4.3 – Графік витрати бюджету проекту

Звіт про статус – це моментальний знімок проекту в конкретний момент часу (на день звіту). У звіті про статус використовуються параметри освоєного обсягу, фактичної вартості робіт та строків виконання роботи.

Роботи можуть перебувати в одному з трьох станів на день звіту: ще не починалися, вже закінчені та знаходяться в процесі виконання тобто частково завершені.

Нехай нам необхідно сформулювати звіт про статус проекту, параметри якого наведені в табл. 4.1, на сьомий день його виконання. На рис. 4.2 статусну дату показано зеленим кольором. Припустимо наступні параметри виконання проекту на цю дату.

Робота А вже завершена в заплановані строки за 3 дні, фактична вартість її виконання 9 тис. грн.

Робота В розпочалася на день пізніше запланованого строку, вона знаходиться в процесі виконання і виконана на 60 %. Фактична вартість її виконання 15 тис. грн.

Робота С почалася в строк, але її виконання зайняло 4 дні. Фактична вартість її виконання 48 тис. грн.

Робота D вже завершена в заплановані строки за 4 дні, фактична вартість її виконання 36 тис. грн.

Робота Е вже завершена в заплановані строки за 2 дні, фактична вартість її виконання 18 тис. грн.

Роботу F ще не розпочато, адже попередня перед нею робота С затрималась.

Робота G ще не розпочато.

Робота H ще не розпочато.

Розглянемо поточну ситуацію. Зсув роботи В на один день жодним чином не впливає на інші роботи, адже ця робота не є критичною і має часовий резерв в два дні. Однак затримка роботи С на один день зсуває час завершення проекту на один день, адже ця робота лежить на критичному шляху. Це призводить до необхідності перепланування календарного графіку наступних робіт, тобто їхнього зсуву.

Звіт про статус проекту за методом освоєного обсягу наведено в табл. 4.2.

Для того, щоб обрахувати планового обсягу та освоєного обсягу для певної роботи скористаємося наступними формулами:

$$PV = (\text{відсоток завершення за планом}) * BAC$$

$$EV = (\text{відсоток завершення фактичний}) * BAC$$

Так на сьомий день за планом передбачено наступний відсоток виконання робіт: А – 100%, В – 80%, С – 100%, D – 100%, Е – 100%, F – 25%, G – 0%, Н – 0%.

Фактичне виконання робіт наступне: А – 100%, В – 60%, С – 100%, D – 100%, Е – 100%, F – 0%, G – 0%, Н – 0%.

Таблиця 4.2 – Звіт про статус проекту

Робота	Start	T	BAC	PV	EV	AC	SV	SPI	CV	CPI
A	0	3	9	9	9	9	0	1	0	1
B	5	5	25	20	15	15	-5	0,75	0	1
C	3	4	36	36	36	48	0	1	-12	0,75
D	3	4	36	36	36	36	0	1	0	1
E	3	2	18	18	18	18	0	1	0	1
F	7	4	24	6	0	0	-6	0	0	0
G	7	3	12	0	0	0	0	0	0	0
H	11	2	22	0	0	0	0	0	0	0
Всього			182	125	114	126	-11	0,9	-12	0,9

Оцінка вартості робіт до завершення проекту:

$$ETC = (BAC - EV) / CPI = (182 - 114) / 0,9 = 75,6 \text{ тис.грн.}$$

Оцінка кінцевої вартості проекту

$$EAC = AC + ETC = 126 + 75,6 = 201,6 \text{ тис.грн.}$$

Прогнозоване відхилення вартості проекту

$$VAC = BAC - EAC = 182 - 201,6 = -19,6 \text{ тис.грн.}$$

В нашому прикладі оцінка до завершення робіт проекту ETC розраховується з урахуванням індексу освоєння витрат. В протилежність, можна було б при прогнозуванні вважати, що поточні проблеми були обумовлені одночасними проблемами і не будуть повторені, тобто подальше виконання піде за планом.

Завдання

1. Мережевий графік проекту взяти з роботи №1.
2. Побудувати опорний плану проекту, використовуючи дані про тривалість та вартість робіт, наведених в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані для методу освоєного обсягу

Робота	Тривалість, дні	Вартість в день, тис. грн
A	6	12
B	5	10
C	4	10
D	6	4
E	3	11
F	8	8
G	5	10
H	3	12
I	4	4
J	5	7
K	6	11
L	2	6
M	3	20
N	4	15
O	4	6

3. Побудувавши опорний план, за узгодженням з викладачем назначити параметри виконання проекту на випадкову дату.

4. Створити звіт за проектом методом освоєного обсягу.

5. Проаналізувати стан проекту, оцінити прогнозовану вартість проекту та зробити висновки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Катренко А.В. Управління ІТ-проектами . [Книга 1. Стандарти, моделі та методи управління проектами] : [підручник]. – Львів: «Новий Світ-2000», 2013. - 550 с.
2. Клиффорд, Грей. Управление проектами : пер. с англ. / Грей Клиффорд, Эрик Ларсон. – М. : Дело и Сервис, 2003. – 528 с.
3. Кудрявцев, Е. М. Microsoft Project. Методы сетевого планирования и управления проектами / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК-пресс, 2005. – 240 с.
4. Мазур, И. И. Управление проектами / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге, А. Полковников. – М. : Омега-Л, 2010. – 960 с.
5. A Guide to The Project Management Body of Knowledge : (Pmbok Guide, Fourth Edition). – Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, 2008. – 459 p.

ДОДАТОК А
ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

А.1. Передування робіт проекту

Робота	Попер. робота	Робота	Попер. робота
Варіант 1			
A	-	H	C, E, F, G
B	A	I	H
C	B	J	H
D	B	K	I
E	D	L	J
F	D	M	K, L
G	D		
Варіант 2			
A	—	H	A, B
B	—	I	H
C	B	J	I
D	B	K	G
E	C	L	G
F	D	N	J, K, L
G	E, F	O	N
Варіант 3			
A	-	H	F
B	A	I	F
C	A	J	G, H, I
D	A	K	H, I
E	B	L	J
F	E, C, D	M	K
G	F	N	L, M
Варіант 4			
A	—	H	G
B	—	I	H, F
C	A	J	I
D	A, B	K	I
E	B	M	L, J
F	D, E	N	K, M
G	C	L	F

Робота	Попер. робота	Робота	Попер. робота
Варіант 5			
A	—	H	F
B	—	J	I, H
C	A	L	J
D	A, B	K	G
E	A, B	I	C
F	C, D	N	L, K
G	E	O	N
Варіант 6			
A	—	H	G
B	A	I	H, F
C	A	J	I
D	A	K	J
E	B, C	L	J
F	C, D	N	J
G	E	O	K, L, N
Варіант 7			
A	—	H	F
B	—	I	F
C	—	J	H, I
D	A, B	K	G
E	C	L	G
F	D	N	J, K, L
G	E	O	N
Варіант 8			
A	—	H	F, G
B	—	I	H
C	A, B	J	E
D	C	K	J, I
E	D	L	H
F	D	N	L
G	D	O	K, N
Варіант 9			
A	—	H	D
B	A	I	H, E, G
C	A	J	I
D	B	K	J
E	B	L	K

Робота	Попер. робота	Робота	Попер. робота
F	C	N	M, K
G	F	M	I
Варіант 10			
A	—	H	E
B	—	I	F, G, H
C	A	J	I
D	B	K	J
E	C, D	L	J
F	E	N	K, L
G	E	O	N

А.2. Тривалості робіт для методу PERT

Робота	Оптимістична оцінка тривалості, О	Найбільш імовірна тривалість, М	Песимістична оцінка, Р
Варіанти завдань 1-5 (№ - номер варіанту)			
A	1	4	7
B	2	4	8
C	1	4	7
D	№	9	18
E	4	8	12
F	2	4	6
G	4	6	8
H	№	6	12
I	№	9	17
J	3	4	5
K	4	6	8
L	3	4	5
M	2	4	6
N	№	11	16
O	№	7	15
Варіанти завдань 6-10 (№ - номер варіанту)			
A	2	4	8
B	2	4	6
C	1	4	№
D	2	4	№
E	4	6	№
F	3	4	5
G	6	6	№
H	4	8	12
I	6	11	16
J	7	9	17
K	3	4	5
L	1	4	7
M	4	8	12
N	5	№	14
O	7	9	11