

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТУ**

Кафедра «Фінанси і кредит»

О. О. Кравченко

ПРОЕКТНИЙ АНАЛІЗ

**Методичні вказівки до виконання курсового проекту
для студентів спеціальності «Організація перевезень
та управління на транспорті» денної та заочної
форм навчання**

Київ 2014

Кравченко О. О.

Проектний аналіз: методичні вказівки до виконання курсового проєкту для студентів спеціальності «Організація перевезень та управління на транспорті» денної та заочної форм навчання. – К.: ДЕТУТ, 2014. – 54 с.

Методичні вказівки підготовлені відповідно до програми дисципліни «Проектний аналіз» і навчального плану підготовки спеціалістів і магістрів спеціальності «Організація перевезень та управління на транспорті». До методичних вказівок включені загальні вимоги до написання та оформлення курсового проєкту, структура роботи, основні поняття та методи проєктного аналізу, список рекомендованої літератури.

Методичні вказівки розглянуто та затверджено на засіданні кафедри «Фінанси і кредит» (протокол № 1 від 22.08.2012) та на засіданні методичної комісії факультету економіки і менеджменту (протокол № 1 від 27.09.2012).

Призначено для студентів денної та заочної форм навчання за напрямками підготовки 7.050201 та 8.050201 – «Організація перевезень та управління на транспорті».

Укладач: **Кравченко О. О.**, кандидат економічних наук, доцент кафедри «Фінанси і кредит»

Рецензенти: **Ільчук В. П.**, доктор економічних наук, професор, ЧДТУ
Соколова Е. О., кандидат економічних наук, доцент,
ДЕТУТ

ЗМІСТ

<i>Вступ</i>	4
<i>Загальні вказівки до виконання курсового проекту</i>	6
<i>Завдання на курсовий проект</i>	8
<i>Методичні вказівки до виконання практичної частини курсового проекту</i>	11
1. Вирішення задач сітьового планування	11
2. Прогнозування показників обсягу надання, собівартості та ціни однієї послуги	20
3. Побудова потоків платежів за песимістичним, оптимістичним і найбільш ймовірним варіантами	28
4. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проекту	33
5. Оцінка чутливості проекту за показником NPV до зміни очікуваних прогнозних даних про обсяг виробництва, ціну та собівартість одиниці продукції	42
6. Оцінка впливу інфляції на загальну ефективність інвестиційного проекту	47
7. Висновок про доцільність вкладення коштів в інвестиційний проект	48
<i>Список рекомендованої літератури</i>	50
<i>Додатки</i>	51

ВСТУП

Підвищення ефективності використання природно-ресурсного, трудового та виробничого потенціалу України є підґрунтям її економічного зростання. Суттєву роль у створенні високопродуктивної економіки відіграє інвестиційна діяльність. При цьому ефективність використання інвестицій, і передусім, реальних інвестицій залежить від значної кількості різноманітних організаційно-економічних, технічних і фінансових чинників, що зумовлює необхідність ретельного обґрунтування кожного проекту інвестування діючого або новостворюваного об'єкта, технології або підприємства.

Підвищення ефективності використання реальних інвестицій неможливе без належної організації розробки сучасної проектно-кошторисної документації та забезпечення на цій основі розробки високоефективних проектних рішень (розробка та вибір проекту, реалізація якого забезпечить отримання найбільшого ефекту в даних умовах). Як свідчить практика, через прорахунки на стадії розробки понад 40 % проектів є «невдалими». Тому стадія планування спорудження нових підприємств (об'єктів) чи розширення або реконструкції діючих має особливе значення та вплив на ефективність реалізації проекту і на ній слід враховувати новітні досягнення сучасних техніко-технологічних і організаційних рішень, застосування прогресивних будівельних матеріалів, конструкцій і устаткування, форм і методів їхнього забезпечення фінансовими ресурсами.

Під проектним аналізом мають на увазі методологічну систему оцінки інвестиційних проектів, що ґрунтується на зіставленні вигод та витрат, зумовлених їхнім здійсненням, з урахуванням ризиків та невизначеностей. Зміст процесів розробки, реалізації та експлуатації окремого інвестиційного проекту визначається метою, на досягнення якої він у підсумку спрямовується, – максимізацією суспільного або приватного добробуту.

Об'єктом проектної аналізу є інвестиційний проект, який представляє собою повний комплект організаційно-технічних і фінансово-економічних документів та заходів, що необхідні для досягнення поставленої мети в умовах обмеженості існуючих ресурсів з обов'язковим отриманням позитивного економічного або соціального ефекту.

Інвестиційні проекти мають загальні риси, які можна розглядати як їхні властивості:

- ✓ плановий характер – інвестиційний проект є як планом, у якому відображається інвестиційна діяльність підприємства, так й невід'ємною складовою загальної системи планів розвитку економіки країни, регіонів (міст), галузей або окремих підприємств, що його ініціюють та впроваджують;

- ✓ вимірність – можливість визначення кількісних та якісних параметрів оцінки діяльності після завершення проекту, його кількісної та якісної спрямованості;
- ✓ життєвий цикл – тривалість реалізації кожного проекту обмежена у часі та визначена заздалегідь, він має початок та кінець;
- ✓ послідовність дій – послідовність виконання окремих дій за проектом чітко визначена;
- ✓ цільова спрямованість – здійснення кожного проекту підпорядковане досягненню певних цілей, які визначаються потребами підприємства, регіонів або країн, що його ініціюють та впроваджують;
- ✓ вартість – реалізація проекту має чітко визначену вартість;
- ✓ ефективність – реалізація будь-якого проекту передбачає отримання певного позитивного економічного або соціального ефекту;
- ✓ існування в певному зовнішньому середовищі – існуючі ресурсні обмеження, необхідність дотримання певних нормативно-правових актів і параметрів;
- ✓ неповторність – двох абсолютно ідентичних інвестиційних проектів не існує, при цьому ступінь унікальності окремого проекту є індивідуальним.

При обґрунтуванні та аналізі ефективності для оцінювання ефективності й порівняння доходів і витрат використовується комплекс різноманітних показників і методів, які дають можливість вибрати оптимальний варіант вкладення коштів та отримання очікуваного прибутку.

Розробка студентами курсового проекту є однією з форм вивчення дисципліни «Проектний аналіз».

У процесі роботи студенти повинні вдосконалити та розвинути такі навички та вміння:

- ознайомитися з основними підходами та концепціями оцінки проектів;
- оволодіти практичними, аналітичними прийомами та інструментарієм, які використовуються для аналізу ефективності проектів;
- оволодіти методами аналізу чутливості проектів та аналізу впливу інфляції на доходність проекту;
- логічно й аргументовано висловлювати свої думки, пропозиції та робити висновки щодо доцільності практичної реалізації проекту;
- правильно оформляти науково-довідковий матеріал;
- публічно захищати розроблений проект (відповідати на запитання, захищати свою точку зору тощо).

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Метою виконання курсового проекту з дисципліни «Проектний аналіз» є закріплення теоретичних положень курсу і надбання практичних навичок проведення проектного аналізу та оцінки економічної ефективності реалізації інвестиційних проектів.

Варіант курсового проекту визначається викладачем.

Курсовий проект має бути виконаним відповідно до виданого завдання та включати усі пункти завдання. Курсовий проект має включати такі пункти:

1. *Титульна сторінка.*
2. *Зміст* курсового проекту, у якому вказуються заголовки розділів та сторінки, на яких вони розміщені.
3. *Вступ* (1-2 сторінки), у якому розкриваються актуальність та практичне значення проектного аналізу, тема й основні завдання проведення оцінки проектів.
4. *Завдання* на курсовий проект (видається викладачем).
5. *Основна частина*, яка складається з теоретичного питання і практичної частини, що включає 6 розділів.
6. *Загальний висновок* (1-2 сторінки), в якому на підставі зроблених розрахунків необхідно обґрунтувати доцільність або недоцільність вкладення коштів у даний проект.
7. *Список використаної літератури*, який розміщується наприкінці роботи в алфавітному порядку в такій послідовності:

- закони, нормативні акти та положення державного значення;
- літературні та наукові джерела;
- матеріали періодичних видань.

Кожний розділ основної частини має містити стислу характеристику методів та показників, які використовуються у розрахунках. Розрахунки слід наводити у **повному обсязі, без скорочень, з обов'язковим позначенням одиниць вимірювання**. Заокруглення у проміжних розрахунках потрібно проводити до 3 знаків після коми, а в результуючому показнику – до 2 знаків.

Після розрахунків слід давати пояснення отриманих результатів у вигляді висновків. Скорочення слів, пропуск слів у курсовому проекті, крім загальноживаних скорочень, є **неприпустимим**.

Курсовий проект можна подавати у рукописному або у машинописному вигляді з дотриманням вимог до оформлення курсових робіт.

Вимоги до набору тексту

Роботу друкують на комп'ютері з однієї сторони аркуша білого паперу формату А4 (210X297 мм), дотримуючись таких вимог:

Шрифт	Times New Roman
Розмір	14
Відстань між рядками	1,5 інтервалу
Верхнє, нижнє, лїве поле	20 мм
Праве поле	10 мм
Розташування	книжне

У роботі допускається виконання ілюстрацій та таблиць на аркушах формату А3. Забороняється виділяти жирним чи курсивом назви таблиць та ілюстрацій. Щільність тексту має бути однаковою.

Друкарські помилки, описки, які виявилися після написання курсової роботи, можна виправляти підчищенням або зафарбовуванням коректором і нанесенням правильного тексту. Допускається наявність не більше двох виправлень на одній сторінці.

Текст основної частини курсового проекту поділяють на розділи.

Розділи обов'язково пишуть з нової сторінки. Заголовки структурних частин проекту «ЗМІСТ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ» друкуються великими літерами з вирівнюванням по центру і виділенням жирним шрифтом.

Відстань між заголовком та текстом має становити 2-3 інтервали. Не допускається розміщення назви розділу в нижній частині сторінки, якщо далі подається лише рядок тексту.

Кожну структурну частину курсової роботи слід починати з нової сторінки.

Нумерацію сторінок подають арабськими цифрами у правому нижньому куті без крапки. Титульний аркуш вважається за першу сторінку, але нумерація на ньому не проставляється. Наступні сторінки нумерують починаючи з другої.

Такі структурні частини проекту, як зміст, вступ, висновки, перелік використаних літературних джерел, додатки не мають порядкового номера. На листі зі змістом повинен бути штамп, приклад заповнення якого наведено у додатках.

Номер розділу позначають арабською цифрою після слова «РОЗДІЛ» без крапки, а після цього з нового рядка друкують назву розділу.

Формули, які наводяться в роботі, потрібно нумерувати арабськими цифрами. Порядковий номер наводиться в круглих дужках праворуч від формули. Він має складатися з номера розділу та порядкового номера формули, розділених крапкою. Наприклад: (1.3) означає третю формулу першого розділу.

Нумерацію формул здійснюють окремо від нумерації таблиць та нумерації рисунків.

Цифровий матеріал, який студент вважає за доречне вмістити у текст курсової роботи, як правило, подається у табличній формі. Кожна таблиця

повинна мати заголовок (найменування), що відображає її зміст. Нумерація таблиць здійснюється таким чином: справа над заголовком з прописної букви пишуть слово «Таблиця» та її порядковий номер (знак «№» перед цифрою не ставиться). Номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці в цьому розділі. Наприклад: Таблиця 1.3 – третя таблиця першого розділу.

Оформлений відповідно до сформульованих вимог та повністю укомплектований курсовий проект має бути переплетений (зброшурований).

На першій та останній сторінках студент повинен поставити свій підпис і дату остаточного завершення роботи.

Захист курсового проекту

Виконаний курсовий проект потрібно здати на перевірку не пізніше, ніж за 2 тижня до початку екзаменаційної сесії. Після реєстрації він передається науковому керівнику для перевірки.

Викладач відмічає позитивні сторони та недоліки курсового проекту, оцінює наявність елементів аналізу економічної ефективності проекту, дотримання вимог оформлення роботи, робить висновок щодо допуску до захисту проекту та виставляє попередню оцінку.

Захист курсового проекту відбувається публічно, перед комісією. Процедура захисту передбачає стислий (до 7 хв.) виклад студентом основних результатів проведеного дослідження та пропозицій щодо практичної реалізації проекту. Після доповіді члени комісії задають студенту питання, на які він має відповідати усно. В процесі захисту можуть використовуватися таблиці, схеми, графіки.

Під час захисту комісія оцінює глибину знань студента, його вміння вести дискусію, відповідати на питання, обґрунтовувати та відстоювати власну точку зору.

Склад комісії по захисту курсових проектів (не менш ніж із двох викладачів) призначається завідувачем кафедри.

Рішення про оцінку по захисту курсового проекту приймається комісією.

ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Теоретична частина

Передбачає розкриття теоретичного питання, яке визначається за номером у журналі. Обсяг теоретичної частини 6-10 сторінок друкованого тексту.

Перелік тем теоретичної частини

1. Основні напрямки інвестиційної діяльності транспортних підприємств.

2. Інвестиційна діяльність як об'єкт державного регулювання.
3. Моделі інвестиційної поведінки підприємства у ринковому середовищі.
4. Особливості інвестиційної діяльності на транспорті та її вплив на процеси суспільного відтворення.
5. Джерела фінансування реальних інвестицій на транспортних підприємствах.
6. Методи стимулювання інноваційної діяльності на транспорті.
7. Основні методи забезпечення безпеки капіталовкладень у розвитку транспорту.
8. Особливості розробки інвестиційної стратегії транспортного підприємства.
9. Особливості процесу формування інвестиційної політики транспортного підприємства.
10. Соціальний ефект від реального інвестування у розвиток транспорту.
11. Основні етапи процесу формування інвестиційної стратегії підприємства.
12. Основні схеми фінансування реальних інвестиційних проектів на транспортних підприємствах.
13. Політика формування інвестиційних ресурсів транспортного підприємства.
14. Методи прогнозування потреби у загальному обсязі інвестиційних ресурсів при реальному інвестуванні.
15. Оптимізація структури джерел формування інвестиційних ресурсів транспортного підприємства.
16. Методи врахування інфляції при здійсненні інвестиційної діяльності.
17. Фінансово-економічний ефект від реального інвестування у розвиток транспорту.
18. Формування програми реального інвестування на транспортному підприємстві.
19. Методи розробки бюджету реалізації інвестиційного проекту.
20. Розробка бізнес-плану інвестиційного проекту.
21. Особливості планування реальних інвестицій на транспортних підприємствах.
22. Методологічні аспекти реального інвестування на транспорті.
23. Аналіз інвестиційних проектів в умовах інфляції і ризиків.
24. Оцінка ліквідності інвестиційних проектів.
25. Визначення потреби і вартості інвестиційних ресурсів при здійсненні реального інвестування.
26. Об'єктивні та суб'єктивні фактори, що враховуються при реальному інвестуванні у розвиток транспортної інфраструктури.

27. Управління інвестиційним процесом на транспортних підприємствах.
28. Особливості формування інвестиційного портфеля транспортно-го підприємства.
29. Методика розробки інвесторських кошторисів.
30. Інвестиційний менеджмент на транспортних підприємствах.

Практична частина

Дані для виконання практичної частини студенти отримують особисто від викладача. Завдання практичної частини передбачає виконання на підставі отриманих даних таких завдань:

1) побудувати сітьовий графік реалізації етапів інвестиційної фази інвестиційного проекту та визначити:

- критичний шлях та його тривалість;
- параметри кожної події: ранній та пізній строки настання події, резерв часу;
- ранній та пізній строки початку й завершення робіт;
- вільний, повний та частковий резерви часу I та II виду;

2) нанести дані про зміну аналізованих показників за попередні роки на графік і зробити висновок про вид математичної моделі для опису даного показника. Побудувати прогнози обсягів реалізації, собівартості та ціни однієї послуги на основі обраних моделей.

3) на основі точкових і інтервальним прогнозів побудувати три варіанти потоку платежів;

4) за трьома варіантами оцінити економічну ефективність інвестиційного проекту за допомогою показників чистого приведенного доходу, коефіцієнта рентабельності, внутрішньої норми доходності, строку окупності та коефіцієнта ефективності інвестицій;

5) оцінити чутливість проекту за показником *NPV* до змін очікуваних прогнозних даних про обсяг виробництва, про ціну та собівартість послуги. Розставити ці чинники за рівнем їхнього впливу на прогноз загальної прибутковості проекту;

6) оцінити вплив інфляції на загальну ефективність інвестиційного проекту;

7) зробити загальний висновок про доцільність вкладення коштів у даний інвестиційний проект.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1. Вирішення задач сітьового планування

Сітьове планування є одним з найважливіших завдань щодо раціонального планування складних комплексних задач. Наприклад, планування будівництва промислового об'єкта, будівництва окремого житлового будинку, промислового освоєння добування корисних копалин в окремому регіоні, організації реконструкції всього підприємства або окремого його підрозділу тощо.

Комплекс робіт, як правило, складається з низки окремих елементарних робіт. Ці роботи не просто виконуються незалежно, а й взаємно обумовлюють одна одну, оскільки виконання деяких робіт не можна розпочати раніше, ніж будуть завершені інші роботи. Наприклад, при будівництві будівлі фундамент не можна закладати доти, доки не вирито котлован і не отримано необхідні обладнання та матеріали.

Для вирішення задач такого типу використовують методи сітьового планування. Увесь комплекс робіт представляють у вигляді сітьового графіка. При сітьовому плануванні використовують базові поняття.

Теоретичною базою сітьового планування є теорія графів. **Граф** являє собою непусту множину точок та множину відрізків, обидва кінця яких належать заданій множині точок. Точки називають **вершинами графа**, на рисунках позначають кружками або квадратиками; відрізки – **ребрами графа**, зображуються у прямолінійному або у криволінійному вигляді. При цьому довжина відрізків і розташування точок довільне.

Ребро графа називають **орієнтованим**, якщо одну вершину вважають початком ребра, а іншу – кінцем. На рисунку орієнтоване ребро зображують стрілкою та називають **дугою**. Орієнтоване ребро (дугу) з початком в точці А та кінцем в точці В позначається $\langle A, B \rangle$.

Граф, усі ребра якого орієнтовані, називається **орієнтованим**.

Шляхом в орієнтованому графі від A_1 до A_n називається послідовність орієнтованих ребер (дуг) $\langle A_1, A_2 \rangle, \langle A_2, A_3 \rangle, \dots, \langle A_{n-1}, A_n \rangle$, така, що кінець кожного попереднього ребра збігається з початком попереднього і жодне ребро не трапляється більше одного разу.

Шлях від A_1 до A_n називається **простим**, якщо він не проходить ні через одну з вершин графа більше одного разу.

Комплекс робіт зображується за допомогою сітьового графіка. Для цього виконується розділення комплексу на окремі роботи. Наприклад, окремі роботи з комплексу робіт при будівництві:

- прийняття рішення про будівництво будівлі;
- розробка проекту будівлі;
- розчищення площадки для будівництва;

- копання котловану для фундаменту;
- спорудження фундаменту;
- доставка на будівельний майданчик блоків підйомного крана;
- монтування підйомного крана;
- спорудження стін;
- установка санітарно-технічного обладнання;
- штукатурка стін та стель;
- настил полів;
- фарбування стін та т. д.

Кожна окрема робота, яка входить до комплексу, вимагає витрат певного часу. Деякі види робіт можуть виконуватися тільки у певному порядку. Наприклад, не можна споруджувати фундамент, якщо ще не викопано котлован для нього. Однак у комплексі, як правило, є такі роботи, які можуть виконуватися незалежно одна від одної, тобто одночасно. Наприклад, при будівництві можуть одночасно споруджувати фундамент та завести конструкції для каркасу будівлі.

При виконанні комплексу робіт можна виокремити низку подій, тобто підсумків будь-якої діяльності, які дають можливість приступити до виконання подальших робіт. При будівництві це, наприклад, такі підсумкові події: проект будівлі затверджено; котлован вирито; споруджено фундамент; підйомний кран змонтовано; стіни споруджено; санітарно-технічне обладнання встановлено та ін.

Якщо деякій події поставити у відповідність вершину графа, а кожній роботі – орієнтоване ребро (дугу), то буде отримано деякий орієнтований граф. Він буде відображати послідовність виконання окремих робіт та настання подій у єдиному комплексі. На рис. 1.1 показано фрагмент орієнтованого графа з трьох подій та двох робіт.

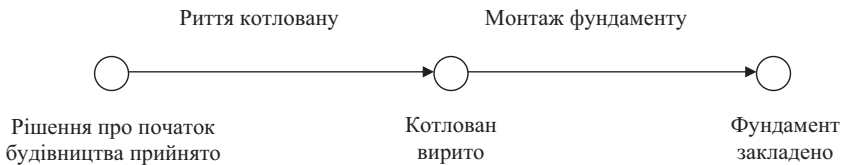


Рис. 1. Фрагмент орієнтованого графа

Якщо кожному ребру графа зіставити число, яке буде показувати, наприклад, час виконання відповідної роботи, то буде отримано сітьовий графік.

У загальному випадку деякі роботи виконуються послідовно, деякі – паралельно. Часто для початку будь-якої роботи необхідне завершення де-

кількох робіт. Наприклад, для початку монтажу каркасу будівлі потрібно, щоб було закладено фундамент, завезено конструкції для каркасу будівлі та змонтовано підйомний кран. Ці роботи виконуються різними бригадами людей та можуть завершитись у різний час. Для відображення на сітьовому графіку послідовності виконання робіт додатково використовують штрихові стрілки. Штрихові стрілки відображають умовну залежність між подіями.

Сітьовий графік є графічною моделлю усього комплексу робіт або виробничого процесу. Він відображає взаємозв'язок усіх робіт, подій технологічного процесу, забезпечення комплексу робіт матеріальними та технічними ресурсами.

В основі побудови сітьового графіка лежать три основні поняття: «робота», «подія», «шлях».

Термін «робота» у сітьовому плануванні використовується у таких поняттях:

1) **дійсна робота** – будь-який трудовий процес, який вимагає витрат праці, часу та матеріальних ресурсів;

2) **очікування** – пасивний процес, який не вимагає витрат праці та ресурсів, але вимагає витрат часу. Наприклад, затвердіння бетону, сушіння штукатурки;

3) **фіктивна робота** – умовна залежність між подіями, яка вводиться тільки для зручності. Фіктивна робота не пов'язана з витратами праці, часу та матеріальних ресурсів.

Дійсну роботу та очікування показують суцільною стрілкою, а фіктивну – пунктирною.

Під «подією» у сітьовому плануванні розуміють:

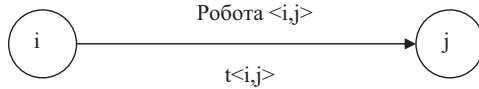
1) **вихідну подію** – початок виконання комплексу робіт; вихідна подія не має попередніх робіт;

2) **завершальну подію** – досягнення кінцевої цілі комплексу робіт (або однієї з кінцевих цілей); завершальна подія не має подальших за нею робіт;

3) **проміжну подію** (підсумок будь-якої діяльності) – результат виконання однієї або декількох робіт, який дає можливість приступити до виконання подальших робіт.

Подія не є процесом, вона не супроводжується витратами робочої сили, часу та коштів. Подія не може наступити, поки не закінчатся усі роботи, що є попередніми.

На сітьовому графіку будь-яка стрілка з'єднує лише дві вершини та відображає процес переходу від однієї події до іншої. Тому будь-яку роботу можна представити парою чисел, яка відображає час виконання роботи:



де $t\langle i, j \rangle$ час – виконання роботи $\langle i, j \rangle$.

Наведемо розрахункові формули та розглянемо основні параметри сітьового графіка на прикладі.

Приклад. Є відомості про час виконання окремих робіт під час спонудження об'єкта: $t\langle 1,2 \rangle = 1$ тиждень, $t\langle 1,3 \rangle = 5$ тижнів, $t\langle 2,3 \rangle = 3$ тижня, $t\langle 2,4 \rangle = 2$ тижня, $t\langle 3,4 \rangle = 6$ тижнів, $t\langle 3,5 \rangle = 5$ тижнів, $t\langle 4,5 \rangle$ – фіктивна робота, $t\langle 4,6 \rangle = 5$ тижнів, $t\langle 5,6 \rangle = 3$ тижня.

Розв'язання. Сітьовий графік, який відображає послідовність робіт, представлений на рис. 2.

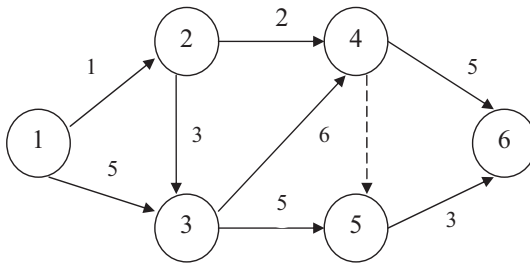


Рис. 2. Сітьовий графік

Вихідною подією є подія 1, а заключною для всього комплексу робіт – подія 6. Від події 1 до події 6 ведуть 8 шляхів. Для кожного із шляхів можна визначити сумарні витрати часу. Дані для кожного з можливих шляхів наведені у табл. 1.1.

Максимальні витрати часу відповідають шляху L_6 . Цей шлях буде критичним з критичним часом $T_{kr} = 16$ тижнів. Це означає, що час виконання усього комплексу робіт залежить від часу робіт, що лежать на критичному шляху, і становить 16 тижнів. Для того щоб скоротити час, потрібний для виконання усього комплексу робіт, слід зекономити час на тих роботах, які входять до критичного шляху. У сіті може бути декілька критичних шляхів.

Виконаємо дослідження сітьового графіка, визначивши його часові параметри та резерви часу.

Таблиця 1.1. **Визначення критичного шляху**

Події, через які проходить шлях	Витрати часу на шляху, тижнів	Повні резерви часу на шляху, тижнів
$L_1 = (1 - 3 - 5 - 6)$	$t(L_1) = 5 + 5 + 3 = 13$	$R(L_1) = 16 - 13 = 3$
$L_2 = (1 - 2 - 4 - 5 - 6)$	$t(L_2) = 1 + 2 + 0 + 3 = 6$	$R(L_2) = 16 - 6 = 10$
$L_3 = (1 - 2 - 3 - 5 - 6)$	$t(L_3) = 1 + 3 + 5 + 3 = 12$	$R(L_3) = 16 - 12 = 4$
$L_4 = (1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6)$	$t(L_4) = 1 + 3 + 6 + 0 + 3 = 13$	$R(L_4) = 16 - 13 = 3$
$L_5 = (1 - 3 - 4 - 5 - 6)$	$t(L_5) = 5 + 6 + 0 + 3 = 14$	$R(L_5) = 16 - 14 = 2$
$L_6 = (1 - 3 - 4 - 6)$	$t(L_6) = 5 + 6 + 5 = 16$	$R(L_6) = 16 - 16 = 0$
$L_7 = (1 - 2 - 3 - 4 - 6)$	$t(L_7) = 1 + 3 + 6 + 5 = 15$	$R(L_7) = 16 - 15 = 1$
$L_8 = (1 - 2 - 4 - 6)$	$t(L_8) = 1 + 2 + 5 = 8$	$R(L_8) = 16 - 8 = 8$

Ранній строк (час) настання подій j – це максимальний строк, що відповідає завершенню всіх попередніх робіт. У загальному випадку формула має вигляд:

$$t_p(j) = \max_{i \in I} [t_p(i) + t\langle i, j \rangle], \quad (1.1)$$

де I – множина подій, як безпосередньо передують події j . Це всі ті події, з яких стрілки (роботи) направлені в j .

Тобто визначення раннього строку настання події передбачає пошук максимального результату за стрілками, які входять у подію j . Визначення ранніх строків настання подій розпочинається з вихідної події, при цьому $t_p(1) = 0$.

Визначимо ранні строки настання подій:

$$t_p(1) = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$t_p(2) = t_p(1) + t\langle 1,2 \rangle = 0 + 1 = 1 \text{ (тиждень);}$$

$$t_p(3) = \max[t_p(1) + t\langle 1,3 \rangle; t_p(2) + t\langle 2,3 \rangle] = \max[0 + 5; 1 + 3] = \max[5; 4] = 5 \text{ (тижнів);}$$

$$t_p(4) = \max[t_p(2) + t\langle 2,4 \rangle; t_p(3) + t\langle 3,4 \rangle] = \max[1 + 2; 5 + 6] = \max[3; 11] = 11 \text{ (тижнів);}$$

$$t_p(5) = \max[t_p(3) + t\langle 3,5 \rangle; t_p(4) + t\langle 4,5 \rangle] = \max[5 + 5; 11 + 0] = \max[10; 11] = 11 \text{ (тижнів);}$$

$$t_p(6) = \max[t_p(4) + t\langle 4,6 \rangle; t_p(5) + t\langle 5,6 \rangle] = \max[11 + 5; 11 + 3] = \max[16; 14] = 16 \text{ (тижнів).}$$

Пізній строк (час) настання події i – це найпізніший строк настання події i , при якому запланований строк завершення комплексу робіт не

змінюється. Для заключної події n пізній строк настання збігається з раннім строком, тобто $t_n(n) = t_p(n) = T_{kr}$. Визначення пізніх строків настання подій проводиться від заключної події до вихідної за формулою, яка у загальному випадку має вигляді:

$$t_n(i) = \min_{j \in J} [t_n(j) - t\langle i, j \rangle], \quad (1.2)$$

де J – множина подій, які відбуваються безпосередньо за подією i . Це всі ті події, до яких стрілки (роботи) направлені з i .

Якщо ранній строк настання вихідної події було прийнято за 0, то й пізній строк настання цієї події також буде дорівнювати 0. Для робіт, які знаходяться на критичному шляху, ранні та пізні строки настання подій будуть збігатися, тобто ці події не мають резерву часу для свого настання.

Визначимо пізні строки настання подій:

$$\begin{aligned} t_n(6) &= 16 \text{ (тижнів);} \\ t_n(5) &= t_p(6) - t\langle 5, 6 \rangle = 16 - 3 = 13 \text{ (тижнів);} \\ t_n(4) &= \min[t_n(6) - t\langle 4, 6 \rangle; t_n(5) - t\langle 5, 6 \rangle] = \min[16 - 5; 13 - 0] = \min[11; 13] = 11 \\ &\text{(тижнів);} \\ t_n(3) &= \min[t_n(5) - t\langle 3, 5 \rangle; t_n(4) - t\langle 3, 4 \rangle] = \min[13 - 5; 11 - 6] = \min[8; 5] = 5 \text{ (тиж-} \\ &\text{нів);} \\ t_n(2) &= \min[t_n(3) - t\langle 2, 3 \rangle; t_n(4) - t\langle 2, 4 \rangle] = \min[5 - 3; 11 - 2] = \min[2; 9] = 2 \text{ (тиж-} \\ &\text{ні);} \\ t_n(1) &= \min[t_n(2) - t\langle 1, 2 \rangle; t_n(3) - t\langle 1, 3 \rangle] = \min[2 - 1; 5 - 5] = \min[1; 0] = 0 \text{ (тижнів).} \end{aligned}$$

Резерв часу для кожної події i визначається за формулою:

$$R(i) = t_n(i) - t_p(i). \quad (1.3)$$

Визначимо резерви часу за кожною подією:

$$\begin{aligned} R(1) &= 0 - 0 = 0 \text{ (тижнів);} \\ R(2) &= 2 - 1 = 1 \text{ (тиждень);} \\ R(3) &= 5 - 5 = 0 \text{ (тижнів);} \\ R(4) &= 11 - 11 = 0 \text{ (тижнів);} \\ R(5) &= 13 - 11 = 2 \text{ (тижні);} \\ R(6) &= 16 - 16 = 0 \text{ (тижнів).} \end{aligned}$$

Введемо позначення для показників, які оцінюють роботи сітьового графіка:

$$\begin{aligned} t\langle i, j \rangle &\text{ – час, що є необхідним для виконання роботи } \langle i, j \rangle; \\ t_{ij}^{p.n.} &\text{ – ранній строк початку роботи } \langle i, j \rangle; \\ t_{ij}^{n.n.} &\text{ – пізній строк початку роботи } \langle i, j \rangle; \\ t_{ij}^{p.z.} &\text{ – ранній строк закінчення роботи } \langle i, j \rangle; \\ t_{ij}^{n.z.} &\text{ – пізній строк закінчення роботи } \langle i, j \rangle. \end{aligned}$$

Ранній строк початку роботи $\langle i, j \rangle$ – це найранніший з можливих строків початку роботи. До цього строку потрібно виконати усі роботи, що передують даній. Він розраховується за формулою:

$$t_{ij}^{p.n.} = t_p(i), \quad (1.4)$$

тобто дорівнює ранньому строку настання події i .

Пізній строк початку роботи $\langle i, j \rangle$ – це найпізніший строк початку роботи, при якому строк виконання комплексу робіт, що запланований, не змінюється. Він розраховується за формулою:

$$t_{ij}^{n.n.} = t_n(j) - t\langle i, j \rangle. \quad (1.5)$$

Ранній строк закінчення роботи $\langle i, j \rangle$ – це найранніший з можливих строків закінчення роботи. До цього часу мають виконуватися усі попередні роботи і ця робота. Він розраховується за формулою:

$$t_{ij}^{p.з.} = t_p(i) + t\langle i, j \rangle. \quad (1.6)$$

Пізній строк закінчення роботи $\langle i, j \rangle$ – це найпізніший строк закінчення роботи, при якому строк виконання усього комплексу робіт, що запланований, не змінюється. Він розраховується за формулою:

$$t_{ij}^{n.з.} = t_n(j), \quad (1.7)$$

тобто збігається з пізнім строком настання події j .

Для робіт критичного шляху ранній і пізній строки початку й закінчення робіт збігаються.

Визначимо рані та пізні строки початку й закінчення окремих робіт:

$$\begin{array}{l} \text{Робота } \langle 1,2 \rangle: \quad \begin{cases} t_{12}^{p.n.} = 0, \\ t_{12}^{n.n.} = 2 - 1 = 1; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{12}^{p.з.} = 0 + 1 = 1, \\ t_{12}^{n.з.} = 2. \end{cases} \\ \text{Робота } \langle 1,3 \rangle: \quad \begin{cases} t_{13}^{p.n.} = 0, \\ t_{13}^{n.n.} = 5 - 5 = 0; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{13}^{p.з.} = 0 + 5 = 5, \\ t_{13}^{n.з.} = 5. \end{cases} \\ \text{Робота } \langle 2,3 \rangle: \quad \begin{cases} t_{23}^{p.n.} = 1, \\ t_{23}^{n.n.} = 5 - 3 = 2; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{23}^{p.з.} = 1 + 3 = 4, \\ t_{23}^{n.з.} = 5. \end{cases} \\ \text{Робота } \langle 2,4 \rangle: \quad \begin{cases} t_{24}^{p.n.} = 1, \\ t_{24}^{n.n.} = 11 - 2 = 9; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{24}^{p.з.} = 1 + 2 = 3, \\ t_{24}^{n.з.} = 11. \end{cases} \\ \text{Робота } \langle 3,4 \rangle: \quad \begin{cases} t_{34}^{p.n.} = 5, \\ t_{34}^{n.n.} = 11 - 6 = 5; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{34}^{p.з.} = 5 + 6 = 11, \\ t_{34}^{n.з.} = 11. \end{cases} \\ \text{Робота } \langle 4,5 \rangle: \quad \begin{cases} t_{45}^{p.n.} = 11, \\ t_{45}^{n.n.} = 13 - 0 = 13; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{45}^{p.з.} = 11 + 0 = 11, \\ t_{45}^{n.з.} = 13. \end{cases} \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
\text{Робота } \langle 3,5 \rangle: \quad \begin{cases} t_{35}^{p.n.} = 5, \\ t_{35}^{n.n.} = 13 - 5 = 8; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{35}^{p.3.} = 5 + 5 = 10, \\ t_{35}^{n.3.} = 13. \end{cases} \\
\text{Робота } \langle 4,6 \rangle: \quad \begin{cases} t_{46}^{p.n.} = 11, \\ t_{46}^{n.n.} = 16 - 5 = 11; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{46}^{p.3.} = 11 + 5 = 16, \\ t_{46}^{n.3.} = 16. \end{cases} \\
\text{Робота } \langle 5,6 \rangle: \quad \begin{cases} t_{56}^{p.n.} = 11, \\ t_{56}^{n.n.} = 16 - 3 = 13; \end{cases} \quad \begin{cases} t_{56}^{p.3.} = 11 + 3 = 14, \\ t_{56}^{n.3.} = 16. \end{cases}
\end{array}$$

Є показники, які дають можливість оцінювати резерви часу робіт (операцій) сітьового графіка. Розглянемо основні оцінки. При розгляді кожної окремої роботи $\langle i, j \rangle$ будемо вважати подію i початковою подією цієї роботи, а подію j – кінцевою.

Повний резерв часу роботи $\langle i, j \rangle$ показує, наскільки можна здвинути початок виконання цієї роботи чи збільшити її тривалість, не змінюючи очікуваного (раннього) строку настання початкової події i , за умови, що кінцева для цієї роботи подія j настане не пізніше свого граничного (пізнього) строку. Повний резерв часу роботи $\langle i, j \rangle$ визначається за формулою:

$$R_{ij}^{\text{повн}} = t_n(j) - t_p(i) - t\langle i, j \rangle = t_n(j) - t_{ij}^{p.3.}. \quad (1.8)$$

Визначимо повні резерви часу робіт:

$$\begin{aligned}
R_{12}^{\text{повн}} &= t_n(2) - t_{12}^{p.3.} = 2 - 1 = 1 \text{ (тиждень);} \\
R_{13}^{\text{повн}} &= t_n(3) - t_{13}^{p.3.} = 5 - 5 = 0 \text{ (тижнів);} \\
R_{23}^{\text{повн}} &= t_n(3) - t_{23}^{p.3.} = 5 - 4 = 1 \text{ (тиждень);} \\
R_{24}^{\text{повн}} &= t_n(4) - t_{24}^{p.3.} = 11 - 3 = 8 \text{ (тижнів);} \\
R_{34}^{\text{повн}} &= t_n(4) - t_{34}^{p.3.} = 11 - 11 = 0 \text{ (тижнів);} \\
R_{45}^{\text{повн}} &= t_n(5) - t_{45}^{p.3.} = 13 - 11 = 2 \text{ (тижні);} \\
R_{35}^{\text{повн}} &= t_n(5) - t_{35}^{p.3.} = 13 - 10 = 3 \text{ (тижні);} \\
R_{46}^{\text{повн}} &= t_n(6) - t_{46}^{p.3.} = 16 - 16 = 0 \text{ (тижнів);} \\
R_{56}^{\text{повн}} &= t_n(6) - t_{56}^{p.3.} = 16 - 14 = 2 \text{ (тижні).}
\end{aligned}$$

Вільний резерв часу роботи $\langle i, j \rangle$ показує, наскільки можна збільшити тривалість цієї роботи або відстрочити початок її виконання за умови, що початкова i та кінцева j її події настануть в очікуваний (ранній) час. Вільний резерв часу роботи $\langle i, j \rangle$ визначається за формулою:

$$R_{ij}^{\text{вільн}} = t_p(j) - t_p(i) - t\langle i, j \rangle = t_p(j) - t_{ij}^{p.3.}. \quad (1.9)$$

Визначимо вільні резерви часу робіт:

$$R_{12}^{\text{вільн}} = t_p(2) - t_{12}^{p.3.} = 1 - 1 = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$\begin{aligned}
R_{13}^{\text{вільн}} &= t_p(3) - t_{13}^{p.3} = 5 - 5 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{23}^{\text{вільн}} &= t_p(3) - t_{23}^{p.3} = 5 - 4 = 1 \text{ (тиждень)}; \\
R_{24}^{\text{вільн}} &= t_p(4) - t_{24}^{p.3} = 11 - 3 = 8 \text{ (тижнів)}; \\
R_{34}^{\text{вільн}} &= t_p(4) - t_{34}^{p.3} = 11 - 11 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{45}^{\text{вільн}} &= t_p(5) - t_{45}^{p.3} = 11 - 11 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{35}^{\text{вільн}} &= t_p(5) - t_{35}^{p.3} = 11 - 10 = 1 \text{ (тиждень)}; \\
R_{46}^{\text{вільн}} &= t_p(6) - t_{46}^{p.3} = 16 - 16 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{56}^{\text{вільн}} &= t_p(6) - t_{56}^{p.3} = 16 - 14 = 2 \text{ (тижні)}.
\end{aligned}$$

Частковий резерв часу I виду роботи $\langle i, j \rangle$ – це запас часу, яким можна розпоряджатися, виконуючи роботу $\langle i, j \rangle$, за припущенням, що початкова та кінцева її події настають у граничні (пізні) строки. Частковий резерв часу I виду роботи $\langle i, j \rangle$ визначається за формулою:

$$R_{ij}^I = t_n(j) - t_n(i) - t_{ij}^{n.n.} - t_n(i). \quad (1.10)$$

Визначимо часткові резерви часу I виду робіт:

$$\begin{aligned}
R_{12}^I &= t_{12}^{n.n.} - t_n(1) = 1 - 0 = 1 \text{ (тиждень)}; \\
R_{13}^I &= t_{13}^{n.n.} - t_n(1) = 0 - 0 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{23}^I &= t_{23}^{n.n.} - t_n(2) = 2 - 2 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{24}^I &= t_{24}^{n.n.} - t_n(2) = 9 - 2 = 7 \text{ (тижнів)}; \\
R_{34}^I &= t_{34}^{n.n.} - t_n(3) = 5 - 5 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{45}^I &= t_{45}^{n.n.} - t_n(4) = 13 - 11 = 2 \text{ (тижні)}; \\
R_{35}^I &= t_{35}^{n.n.} - t_n(3) = 8 - 5 = 3 \text{ (тижні)}; \\
R_{46}^I &= t_{46}^{n.n.} - t_n(4) = 11 - 11 = 0 \text{ (тижнів)}; \\
R_{56}^I &= t_{56}^{n.n.} - t_n(5) = 13 - 13 = 0 \text{ (тижнів)}.
\end{aligned}$$

Частковий резерв часу II виду роботи $\langle i, j \rangle$ – це запас часу, яким можна розпоряджатися, виконуючи роботу $\langle i, j \rangle$, за припущення, що початкова її подія i настане в граничний (пізній) строк, а кінцева подія j – в очікуваний (ранній) строк. Для деяких робіт (операцій) сітьового графіка інтервал часу між пізнім строком настання початкової події та раннім строком настання кінцевої події може бути меншим за тривалість цих робіт, тоді частковий резерв II виду вважається таким, що дорівнює нулю. Частковий резерв часу II виду роботи $\langle i, j \rangle$ визначається за формулою:

$$R_{ij}'' = \max[t_p(j) - t_n(i) - t\langle i, j \rangle; 0]. \quad (1.11)$$

Визначимо часткові резерви часу II виду робіт:

$$R_{12}'' = \max[t_p(2) - t_n(1) - t\langle 1, 2 \rangle; 0] = \max[1 - 0 - 1; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{13}'' = \max[t_p(3) - t_n(1) - t\langle 1, 3 \rangle; 0] = \max[5 - 0 - 5; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{23}'' = \max[t_p(3) - t_n(2) - t\langle 2, 3 \rangle; 0] = \max[5 - 2 - 3; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{24}'' = \max[t_p(4) - t_n(2) - t\langle 2, 4 \rangle; 0] = \max[11 - 2 - 2; 0] = \max[7; 0] = 7 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{34}'' = \max[t_p(4) - t_n(3) - t\langle 3, 4 \rangle; 0] = \max[11 - 5 - 6; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{45}'' = \max[t_p(5) - t_n(4) - t\langle 4, 5 \rangle; 0] = \max[11 - 11 - 0; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{35}'' = \max[t_p(5) - t_n(3) - t\langle 3, 5 \rangle; 0] = \max[11 - 5 - 5; 0] = \max[1; 0] = 1 \text{ (тиждень);}$$

$$R_{46}'' = \max[t_p(6) - t_n(4) - t\langle 4, 6 \rangle; 0] = \max[16 - 11 - 5; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів);}$$

$$R_{56}'' = \max[t_p(6) - t_n(5) - t\langle 5, 6 \rangle; 0] = \max[16 - 13 - 3; 0] = \max[0; 0] = 0 \text{ (тижнів).}$$

Примітка. Будь-які резерви часу можуть бути або позитивними величинами або дорівнювати нулю, негативними – ніколи.

2. Прогнозування показників обсягу надання, собівартості та ціни однієї послуги

Одним з підходів до прогнозування зміни показників є метод аналітичного вирівнювання, який передбачає побудову математичної моделі, яка найкращим чином описувала б динаміку конкретного показника у часі.

Вибір форми математичної моделі для опису зміни процесу (тренду) є одним із основних питань, яке виникає при вирівнюванні рядів динаміки. Найчастіше для описання тренду використовують багаточлени різних степенів, експоненти, логістичні криві (ці функції мають назву кривих росту). Багаточлени мають вигляд:

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot t \quad \text{— пряма,}$$

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 \quad \text{— парабола другого порядку,}$$

де a_0, a_1, a_2 – параметри багаточленів;

t – незалежна змінна (час).

Параметри багаточленів мають конкретну економічну інтерпретацію, яка залежить від змісту часового ряду. Зокрема, параметр a_1 характеризує швидкість зростання показника, параметр a_2 – прискорення його зростання, параметр a_0 у літературі інтерпретується по-різному, наприклад, відображає рівень ряду при $t = 0$.

Пряма відображає постійний приріст (додатний або від'ємний) рівнів часового ряду та характеризує рівномірну зміну явища в часі.

Парабола другого порядку описує рух із рівномірною зміною приростів (у додатному та від'ємному напрямках). Характерним для економічних процесів є рівноприскорене зростання або рівноприскорений спад їхнього розвитку.

Найпростішим способом вибору форми математичної моделі, яка б найадекватніше описувала динаміку економічного процесу, що досліджується, є візуальний, тобто вибір форми тренду на основі графічного зображення ряду динаміки. До його недоліків належить те, що різні дослідники на основі одного й того ж графіка вибирають різні математичні моделі. На рис. 3-4 наведені графіки прямої і параболи.

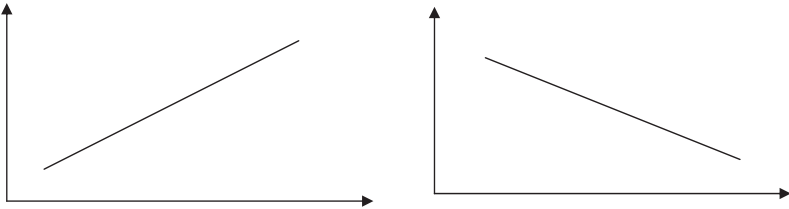


Рис. 3. Графіки лінійної функції (прямої)

У курсовій роботі приймаємо припущення, що опис динаміки показників, які аналізуються, може бути проведений за допомогою лінійної функції та параболи II порядку.

Після вибору форми тренду потрібно розрахувати параметри вибраної функції $Y_t = f(t)$. Серед багатьох методів прикладної статистики для визначення параметрів тренду ряду динаміки найчастіше використовують *метод найменших квадратів (МНК)*.

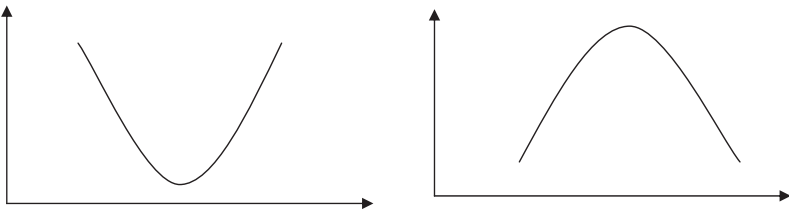


Рис. 4. Графіки параболи II порядку

За МНК потрібно мінімізувати суму квадратів відхилень окремих рівнів часового ряду від тренду, тобто:

$$\varepsilon = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де n – число рівнів ряду динаміки;

Y_t – фактичні значення часового ряду;

\hat{Y}_t – теоретичні (розрахункові) значення рівнів ряду.

При виборі, як моделі, лінійної функції для знаходження значень невідомих параметрів a_0 та a_1 слід прирівняти часові похідні $\frac{\partial \varepsilon}{\partial a_i}$ за заданими параметрами до нуля:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial a_0} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial a_1} = 0. \quad (2.2)$$

Це дає можливість отримати систему нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} n \cdot \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t = \sum_{i=1}^n Y_t, \\ \hat{a}_0 \cdot \sum_{i=1}^n t + \hat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t^2 = \sum_{i=1}^n Y_t \cdot t. \end{cases} \quad (2.3)$$

Після розв'язання отриманої системи будуть отримані оцінки невідомих параметрів моделі \hat{a}_0 та \hat{a}_1 : $\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \cdot t$.

При виборі, як моделі, параболи II порядку для знаходження значень невідомих параметрів a_0 , a_1 і a_2 слід прирівняти часові похідні за заданими параметрами до нуля:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial a_0} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial a_1} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial a_2} = 0.$$

Це дає можливість отримати систему нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} n \cdot \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t + \hat{a}_2 \cdot \sum_{i=1}^n t^2 = \sum_{i=1}^n Y_t, \\ \hat{a}_0 \cdot \sum_{i=1}^n t + \hat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t^2 + \hat{a}_2 \cdot \sum_{i=1}^n t^3 = \sum_{i=1}^n (Y_t \cdot t), \\ \hat{a}_0 \cdot \sum_{i=1}^n t^2 + \hat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t^3 + \hat{a}_2 \cdot \sum_{i=1}^n t^4 = \sum_{i=1}^n (Y_t \cdot t^2) \end{cases} \quad (2.4)$$

Після розв'язання отриманої системи будуть отримані оцінки невідомих параметрів моделі a_0 , a_1 і a_2 : $\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \cdot t + \hat{a}_2 \cdot t^2$.

Перед використанням отриманої моделі для прогнозування необхідно перевірити її статистичну достовірність за допомогою коефіцієнтів кореляції і детермінації.

На підставі **коефіцієнта детермінації** можна зробити висновок про ступінь значущості зв'язку, що вимірюється, для математичної моделі. Значення R^2 може належати такому інтервалу: $R^2 \in [0;1]$. Чим ближче отримане значення до 1, тим більш тісний зв'язок між показниками, що аналізуються. Він розраховується за формулою:

$$R^2 = \frac{\sigma_{Y_t}^2 - \sigma_\varepsilon^2}{\sigma_{Y_t}^2}, \quad (2.5)$$

де $\sigma_{Y_t}^2$ – дисперсія фактичних значень ряду динаміки:

$$\sigma_{Y_t}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}{n}; \quad (2.6)$$

σ_ε^2 – дисперсія залишків, що розраховується за формулою:

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n - m}, \quad (2.7)$$

де m – кількість змінних моделі (для прямої $m = 2$, для параболи другого порядку $m = 3$),

Оскільки коефіцієнт детермінації R^2 характеризує, якою мірою варіація залежної змінної визначається варіацією незалежної змінної, то чим ближче R^2 до одиниці, тим впевненіше можна стверджувати, що зв'язок між цими змінними є статистично значущим.

Коефіцієнт кореляції $R = \sqrt{R^2}$ характеризує тісноту зв'язку між змінними моделі. Він може міститися на інтервалі: $R \in [-1; +1]$. Чим ближче R за модулем до одиниці, тим тіснішим є зв'язок. Знак «мінус» свідчить про обернений зв'язок, «плюс» – про прямиий.

Виявлення та характеристика математичної моделі складають базу для прогнозування, тобто для визначення орієнтовних розмірів явища у майбутньому. Для цього використовують метод екстраполяції.

Під **екстраполяцією** розуміють знаходження рівнів за межами часового ряду, що вивчається, тобто подовження у майбутнє тенденції, що спостерігалася у минулому (перспективна екстраполяція). Оскільки у дійсності тенденція розвитку не залишається незмінною, то дані, що отримують шляхом екстраполяції ряду, слід розглядати як ймовірні оцінки.

Екстраполяцію часових рядів здійснюють різними способами, наприклад екстраполюють часові ряди вирівнюванням за аналітичними формулами, тобто, коли відома математична модель, в неї підставляють значення t за межами ряду, що досліджується, і визначають для t ймовірні значення показника – \hat{y}_t .

На практиці результат екстраполяції явищ, що прогнозуються, зазвичай отримують не точковими (дискретними), а інтервальними оцінками.

Для визначення границь інтервалів використовують формулу:

$$DI: [\hat{y}_t \pm t_\alpha \cdot S_{\hat{y}_t}], \quad (2.8)$$

де \hat{y}_t – точковий прогноз, зроблений за методом екстраполяції;

$$S_{\hat{y}_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n - m}} - \text{залишкове середнє квадратичне відхилення}$$

від тренду, що скориговане по $(n - m)$ ступенях вільності;

t_α – значення коефіцієнта довіри Ст'юденту (для прямої $t_\alpha = 2,571$; для параболи II порядку – $t_\alpha = 2,776$).

Примітка. Нижнє значення інтервального прогнозу відповідає песимістичному прогнозу значення показника, а верхнє значення інтервального прогнозу – його оптимістичному прогнозу (крім собівартості).

Приклад. Побудуємо та проаналізуємо математичну модель зміни показника у часі. Припустимо, що є такі дані про зміну обсяг надання послуг за 2006-2012 рр.:

Рік	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Обсяг наданих послуг, одиниць	195	202	215	228	247	273	280

Розв'язання. Нанесемо дані про зміну обсягу наданих послуг на графік (рис. 5).

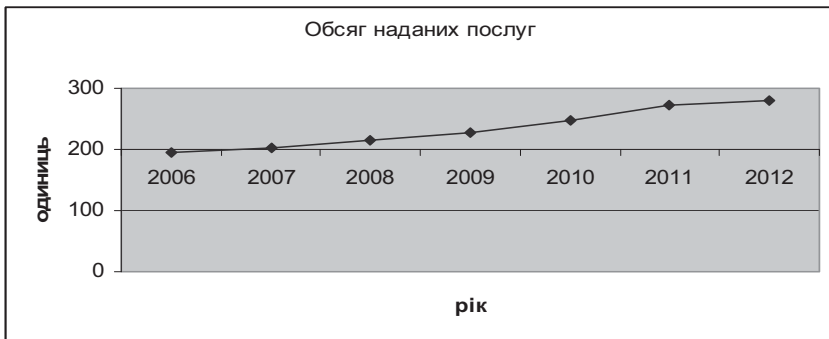


Рис. 5. Динаміка надання послуг протягом 2006 – 2012 рр.

На підставі графіка на рис. 5 можна зробити припущення, то для опису динаміки цього показника у часі використаємо лінійну модель: $Y_t = a_0 + a_1 \cdot t$.

Тоді для знаходження невідомих параметрів a_0 та a_1 необхідно розв'язати систему нормальних рівнянь (2.3):

$$\begin{cases} n \cdot \widehat{a}_0 + \widehat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t = \sum_{i=1}^n Y_t, \\ \widehat{a}_0 \cdot \sum_{i=1}^n t + \widehat{a}_1 \cdot \sum_{i=1}^n t^2 = \sum_{i=1}^n Y_t \cdot t, \end{cases}$$

де n – кількість значень у вихідному ряду (у даному випадку $n = 7$).

Для спрощення розрахунків введемо порядкові номери років, тобто 2006 р. – 1, 2007 р. – 2, 2008 р. – 3, 2009 р. – 4, 2010 р. – 5, 2011 р. – 6, 2012 р. – 7.

Тоді для визначення коефіцієнтів системи складемо таку таблицю:

Рік	Обсяг наданих послуг, одиниць Y_t	Номер року	t^2	$Y_t \cdot t$
2006	195	1	1	195
2007	202	2	4	404
2008	215	3	9	645
2009	228	4	16	912
2010	247	5	25	1235
2011	273	6	36	1638
2012	280	7	49	1960
Σ	1640	28	140	6989

Тоді система рівнянь буде мати вигляд:

$$\begin{cases} 7 \cdot \widehat{a}_0 + \widehat{a}_1 \cdot 28 = 1640, \\ \widehat{a}_0 \cdot 28 + \widehat{a}_1 \cdot 140 = 6989. \end{cases}$$

Після розв'язання цієї системи рівнянь отримаємо, що $a_0 = 173$ і $a_1 = 15,32$, тоді математична модель, що описує зміну обсягу реалізації у часі, має вигляд: $Y_t = 173 + 15,32 \cdot t$. Це означає, що в одиницю часу (за рік) обсяг надання послуг збільшувався у середньому на 15,32 одиниць.

Перевіримо значущість зв'язку обсягу реалізації продукції за допомогою коефіцієнта детермінації.

Для визначення коефіцієнта детермінації зробимо попередні обчислення:

$$\begin{aligned} 1) \text{ середнього рівня ряду: } \bar{Y} &= \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} = \frac{1640}{7} = 234,29 \text{ (од.);} \\ 2) \text{ теоретичних рівнів ряду: } \widehat{Y}_1 &= 173 + 15,32 \cdot 1 = 188,32 \text{ (од.),} \\ \widehat{Y}_2 &= 173 + 15,32 \cdot 2 = 203,64 \text{ (од.),} \\ \widehat{Y}_3 &= 173 + 15,32 \cdot 3 = 218,96 \text{ (од.),} \end{aligned}$$

$$\hat{Y}_4 = 173 + 15,32 \cdot 4 = 234,28 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_5 = 173 + 15,32 \cdot 5 = 249,60 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_6 = 173 + 15,32 \cdot 6 = 264,92 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_7 = 173 + 15,32 \cdot 7 = 280,24 \text{ (од.)}.$$

Для визначення дисперсій складемо допоміжну таблицю:

Рік	Обсяг наданих послуг, одиниць, Y_t ,	Номер року	\hat{Y}_t	$(Y_t - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})^2$	$(Y_t - \hat{Y}_t)$	$(Y_t - \hat{Y}_t)^2$
2006	195	1	188,32	-39,29	1543,70	6,68	44,62
2007	202	2	203,64	-32,29	1042,64	-1,64	2,69
2008	215	3	218,96	-19,29	372,10	-3,96	15,68
2009	228	4	234,28	-6,29	39,56	-6,28	39,44
2010	247	5	249,60	12,71	161,54	-2,60	6,76
2011	273	6	264,92	38,71	1498,46	8,08	65,29
2012	280	7	280,24	45,71	2089,40	-0,24	0,06
Σ	1640	28		-0,03	6747,43	0,04	174,54

Розрахуємо:

1) дисперсію фактичних значень ряду динаміки:

$$\sigma_{Y_t}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}{n} = \frac{6747,43}{7} = 963,92 \text{ (од.)};$$

2) дисперсію залишків:

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n - m} = \frac{174,54}{7 - 2} = 34,91 \text{ (од.)}.$$

Тоді коефіцієнт детермінації становитиме:

$$R^2 = \frac{\sigma_{Y_t}^2 - \sigma_{\varepsilon}^2}{\sigma_{Y_t}^2} = \frac{963,92 - 34,91}{963,92} = 0,964.$$

Отримане значення коефіцієнта детермінації близьке до 1, тобто зв'язок, який описується побудованою математичною моделлю, є тисним.

Визначимо коефіцієнт кореляції:

$$R = \sqrt{R^2} = 0,982.$$

Отримане значення коефіцієнта кореляції дуже близьке до одиниці, тобто можна стверджувати, що зв'язок між часом та обсягом реалізації продукції є статистично значущим.

Побудуємо прогноз обсягу надання послуг на наступні 5 років за методом екстраполяції. Роки, на які буде зроблено прогноз, матимуть такі порядкові номери: 2013 р. – 8, 2014 р. – 9, 2015 р. – 10, 2016 р. – 11, 2017 р. – 12.

Визначимо точкові прогнозні значення:

$$\hat{Y}_8 = 173 + 15,32 \cdot 8 = 295,56 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_9 = 173 + 15,32 \cdot 9 = 310,88 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_{10} = 173 + 15,32 \cdot 10 = 326,20 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_{11} = 173 + 15,32 \cdot 11 = 341,52 \text{ (од.)},$$

$$\hat{Y}_{12} = 173 + 15,32 \cdot 12 = 356,84 \text{ (од.)}.$$

Визначимо інтервальні прогнозні оцінки. Зробимо попередні розрахунки:

$$S_{\hat{y}_i} = \sqrt{34,91} = 5,91.$$

За таблицями розподілення Ст'юденту при $n = 7$, $m = 2$ і достовірності $\alpha = 0,05$ значення коефіцієнта довіри становитиме $t_\alpha = 2,571$.

Тоді визначимо інтервальні прогнози:

$$DI_8 : [295,56 \pm 2,571 \cdot 5,91] = [295,56 - 2,571 \cdot 5,91; 295,56 + 2,571 \cdot 5,91] = [280,37; 310,75],$$

$$DI_9 : [310,88 \pm 2,571 \cdot 5,91] = [310,88 - 2,571 \cdot 5,91; 310,88 + 2,571 \cdot 5,91] = [295,69; 326,07],$$

$$DI_{10} : [326,20 \pm 2,571 \cdot 5,91] = [326,20 - 2,571 \cdot 5,91; 326,20 + 2,571 \cdot 5,91] = [311,01; 341,39],$$

$$DI_{11} : [341,52 \pm 2,571 \cdot 5,91] = [341,52 - 2,571 \cdot 5,91; 341,52 + 2,571 \cdot 5,91] = [326,33; 356,71],$$

$$DI_{12} : [356,84 \pm 2,571 \cdot 5,91] = [356,84 - 2,571 \cdot 5,91; 356,84 + 2,571 \cdot 5,91] = [341,65; 372,03].$$

Подібним чином необхідно побудувати прогнози зміни собівартості та ціни однієї послуги.

Примітки: 1. Отримані прогнозні дані використовуються для побудови потоків платежів інвестиційного проекту за трьома варіантами.

2. Для показника «собівартість надання однієї послуги» більше значення інтервального прогнозу відповідає песимістичному варіанту, а менше – оптимістичному.

3. Побудова потоків платежів за песимістичним, оптимістичним і найбільш ймовірним варіантами

3 позицій фінансового аналізу реалізацію інвестиційного проекту можна представити як два взаємозв'язаних процеси:

– процес інвестування у створення виробничого об'єкта (або накопичення капіталу);

– процес отримання доходів від вкладених коштів.

Ці два процеси протікають послідовно (з розривом між ними чи без нього) або на деякому відрізку паралельно. У цьому випадку передбачається, що віддача від інвестицій починається ще до моменту завершення процесу вкладення коштів. Обидва ці процеси мають різні розподіли інтенсивностей у часі, що у значному ступені визначає ефективність інвестування.

Потік платежів (cash flow) характеризує обидва ці процеси у вигляді однієї послідовності. У разі виробничих інвестицій інтенсивність результуючого потоку платежів формується як різниця між інтенсивністю (витратами в одиницю часу) інвестицій та інтенсивністю чистого доходу від реалізації проекту.

Чистий дохід – це дохід, отриманий у кожному часовому інтервалі від виробничої діяльності, за вирахуванням усіх платежів, що пов'язані з його отриманням (поточними витратами на оплату праці, сировину, енергію, податки тощо). При цьому нарахування амортизації не належить до поточних витрат.

Чистий потік платежів $P(t)$ у часовому інтервалі t дорівнює:

$$Pt = ЧПt + At + ФВt - KBt - ПОКt, \quad (3.1)$$

де $t = 0, 1, 2, \dots, T$ – період часу;

$ЧПt$ – чистий прибуток;

At – амортизаційні відрахування;

$ФВt$ – фінансові витрати (процент на кредит);

KBt – капітальні вкладення;

$ПОКt$ – приріст оборотного капіталу.

У загальному вигляді складові грошового потоку визначають за формулою:

$$ЧПt = Dt - BVt - Pt, \quad (3.2)$$

де Dt – загальний обсяг продаж року t (за вирахуванням ПДВ);

BVt – витрати виробництва у році t ;

Pt – податок на прибуток, що оподатковується, у році t .

Показник Dt визначається за формулою:

$$Dt = \sum_{j=1}^N C_j t \cdot Q_j t, \quad (3.3)$$

де $j = 1, 2, \dots, N$ – вид продукції;
 $C_{j,t}$ – ціна одиниці продукції j у році t ;
 $Q_{j,t}$ – кількість реалізованої продукції j у році t .
Показник BBt визначається за формулою:

$$BBt = Ct + Mt + KBt + Et + BCt + BPt + B3Чt + ЗНВt + АНВt + B3t + At + ФВt, \quad (3.4)$$

де Ct – витрати на сировину;
 Mt – витрати на матеріали;
 KBt – витрати на закупівлю комплектуючих виробів;
 Et – витрати на паливо, тепло, пар тощо;
 BCt – витрати на оплату виробничого персоналу, включаючи відрахування на соціальні потреби (соцстрах, пенсійний фонд, медична страховка, фонд зайнятості);
 BPt – витрати на обслуговування та ремонт обладнання (без заробітної плати);
 $B3Чt$ – витрати на запасні частини для ремонту основного та допоміжного обладнання;
 $ЗНВt$ – заводські накладні витрати;
 $АНВt$ – адміністративні накладні витрати;
 $B3t$ – витрати збуту та розподілу;
 At – амортизаційні відрахування;
 $ФВt$ – фінансові витрати (процент на кредит).

Інколи з витрат виробництва для подальшого аналізу та розрахунків виділяють ще дві групи витрат:

– заводські витрати:

$$ЗВt = Ct + Mt + KBt + BPt + Et + B3Чt + ЗНВt, \quad (3.5)$$

де $ЗВt$ – заводські витрати;
– експлуатаційні витрати:

$$ЕВt = ЗВt + АНВt + B3t, \quad (3.6)$$

де $ЕВt$ – експлуатаційні витрати.

Приклад. Реалізація інвестиційного проекту передбачає покупку обладнання вартістю 35 тис. грн. Планується, що інвестиції будуть здійснені 2011 р. Передбачається, що дане обладнання буде використовуватися для надання послуг протягом 2013-2014 рр. Є прогнозні дані про обсяги надання, собівартість та ціну однієї послуги, що наведені у табл. 5. (приймаємо, що прогнозні дані про собівартість та ціну однієї послуги розраховані за методикою, наведеною у попередньому пункті).

Знос на придбане обладнання буде нараховуватися за методом прямолінійної амортизації. Ліквідаційна його вартість є достатньою для покриття витрат, пов'язаних з ліквідацією об'єкта, тобто дорівнює нулю.

Поточні витрати на утримання обладнання за роками оцінюються таким чином: 3 тис. грн у перший рік експлуатації об'єкта з подальшим щорічним зростанням їх на 3,4 %.

Податок на прибуток становить 25 %.

Побудувати потоки платежів за трьома варіантами розвитку ситуації: песимістичним, оптимістичним і найбільш ймовірним.

Прогнозні дані про обсяги надання, собівартість та ціну однієї послуги

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Обсяг надання послуг, одиниць:					
– песимістичний	280,37	295,69	311,01	326,33	341,65
– найбільш ймовірний	295,56	310,88	326,20	341,52	356,84
– оптимістичний	310,75	326,07	341,39	356,71	372,03
Собівартість однієї послуги, тис. грн					
– песимістичний	0,197	0,219	0,240	0,327	0,361
– найбільш ймовірний	0,191	0,213	0,234	0,321	0,355
– оптимістичний	0,185	0,207	0,228	0,315	0,349
Ціна однієї послуги, тис. грн					
– песимістичний	0,246	0,254	0,297	0,369	0,402
– найбільш ймовірний	0,253	0,261	0,304	0,376	0,409
– оптимістичний	0,260	0,268	0,311	0,383	0,416

Розв'язання. Побудова потоків платежів проводиться у вигляді таблиці.

Песимістичний варіант
Вихідні дані

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Обсяг надання послуг, одиниць	280,37	295,69	311,01	326,33	341,65
Собівартість однієї послуги, тис. грн	0,197	0,219	0,240	0,327	0,361
Ціна однієї послуги, тис. грн	0,246	0,254	0,297	0,369	0,402

Для отримання розподілу платежів за песимістичним варіантом у 2013 – 2017 рр. складемо таку таблицю:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Дохід від надання послуг (ціна однієї послуги * обсяг надання послуг), тис. грн	55,23	64,76	74,64	106,71	123,34
Витрати на надання послуг (собівартість однієї послуги * обсяг надання послуг), тис. грн	68,97	75,11	92,37	120,42	137,34
Валовий прибуток від надання послуг (дохід – витрати), тис. грн	21,87	19,52	26,44	22,19	25,28
Поточні витрати, тис. грн	3,00	3,10	3,21	3,32	3,43
Амортизаційні відрахування, тис. грн	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Прибуток, що оподатковується, тис. грн	3,74	0,25	7,52	3,39	3,58
Величина податку на прибуток, тис. грн	0,93	0,06	1,88	0,85	0,89
Чистий прибуток, тис. грн	2,80	0,19	5,64	2,54	2,68
Чистий потік грошових платежів, тис. грн	9,80	7,19	12,64	9,54	9,68

Найімовірніший варіант
Вихідні дані

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Обсяг надання послуг, одиниць	295,56	310,88	326,20	341,52	356,84
Собівартість однієї послуги, тис. грн	0,191	0,213	0,234	0,321	0,355
Ціна однієї послуги, тис. грн	0,253	0,261	0,304	0,376	0,409

Для отримання розподілу платежів за найімовірнішим варіантом у 2013- – 2017 рр. складемо таку таблицю:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Дохід від надання послуг, тис. грн	56,45	66,22	76,33	109,63	126,68
Витрати на надання послуг, тис. грн	74,78	81,14	99,16	128,41	145,95
Валовий прибуток від надання послуг, тис. грн	18,32	14,92	22,83	18,78	19,27
Поточні витрати, тис. грн	3,00	3,10	3,21	3,32	3,43
Амортизаційні відрахування, тис. грн	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Прибуток, що оподатковується, тис. грн	8,32	4,82	12,62	8,46	8,84

Величина податку на прибуток, тис. грн	2,08	1,21	3,16	2,12	2,21
Чистий прибуток, тис. грн	6,24	3,62	9,47	6,35	6,63
Чистий потік грошових платежів, тис. грн	13,24	10,62	16,47	13,35	13,63

Оптимістичний варіант
Вихідні дані

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Обсяг надання послуг, одиниць	310,75	326,07	341,39	356,71	372,03
Собівартість однієї послуги, тис. грн	0,185	0,207	0,228	0,315	0,349
Ціна однієї послуги, тис. грн	0,260	0,268	0,311	0,383	0,416

Для отримання розподілу платежів за найімовірнішим варіантом у 2013 – 2017 рр. складемо таку таблицю:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
1	2	3	4	5	6
Дохід від надання послуг, тис. грн	57,49	67,50	77,84	112,36	129,84
Витрати на надання послуг, тис. грн	80,80	87,39	106,17	136,62	154,76
Валовий прибуток від надання по- слуг, тис. грн	23,31	19,89	28,34	24,26	24,93
Поточні витрати, тис. грн	3,00	3,10	3,21	3,32	3,43
Амортизаційні відрахування, тис. грн	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Прибуток, що оподатковується, тис. грн	13,31	9,79	18,13	13,94	14,50
Величина податку на прибуток, тис. грн	3,33	2,45	4,53	3,48	3,62
Чистий прибуток, тис. грн	9,98	7,34	13,59	10,45	10,87
Чистий потік грошових платежів, тис. грн	16,98	14,34	20,59	17,45	17,87

***Примітки:** 1. Якщо для будь-якого року буде отримано негативне значення показника «Прибуток, що оподатковується», то для цього року «Величина податку на прибуток» буде дорівнювати нулю. Всі інші показники будуть розраховуватися за існуючою методикою.*

2. Якщо при розрахунку песимістичного варіанта для всіх років будуть отримані негативні значення показника «чистий потік грошових платежів», то цей варіант із подальших розрахунків виключається.

4. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проекту

У ринковій економіці сформульовані такі вимоги до аналітичного апарату, вихідних даних та представлення результатів розрахунків, що пов'язані з оцінкою економічної ефективності інвестиційних проектів.

1. Аналітичний апарат для оцінки інвестиційного проекту має ґрунтуватися на зіставленні доходів (прибутків), отриманих у результаті вкладення фінансових коштів у проект, з альтернативними можливостями вкладення цих коштів у інші фінансові активи.

2. Для визначення ефективності інвестиційного проекту процес його реалізації має бути розгорнутим у часі та включати усі основні фази інвестиційного циклу.

3. Вихідні дані для розрахунків ефективності проекту мають включати:

- розгорнуту у часі виробничу програму;
- ціни на продукцію;
- прямі виробничі витрати (ті, що залежать від масштабів виробництва);
- накладні витрати та інші платежі (у тому числі витрати, що не залежать від масштабів виробництва);
- розгорнутий у часі процес фінансування капітального будівництва;
- структуру інвестиційних витрат;
- джерела надходження інвестиційних коштів (акції, кредити тощо).

4. Вихідні дані та аналітичний апарат мають забезпечити можливість реконструкції розгорнутого у часі потоку платежів, який включає інвестиції, поточні витрати та доходи від виробничої діяльності.

5. Для зіставлення рознесених у часі платежів вони мають бути приведені до однієї дати за допомогою процедури дисконтування. Ставка дисконтування обирається зважаючи на конкретні альтернативи розміщення капіталу.

6. При оцінці ефективності інвестиційного проекту слід враховувати фактор ризику, який виражається у вигляді можливого зменшення віддачі від вкладеного капіталу порівняно з очікуваною величиною. З метою виявлення та зниження ризику вкладень потрібно провести аналіз сталості інвестиційного проекту відносно його параметрів і зовнішніх факторів.

7. Як зовнішні фактори при оцінці ефективності проекту слід враховувати: загальний рівень інфляції, імовірнісну зміну цін за основними категоріями витрат, величину позичкового відсотку за кредитами. Величину цих показників слід визначати на підставі макроекономічних прогнозів економічного розвитку країни та відповідної галузі.

8. Вихідні дані для розрахунків економічної ефективності інвестиційного проекту потрібно представляти в структурі та формі, прийнятих на українських підприємствах, а результати розрахунків – у обсязі та формі, прийнятих у міжнародній практиці.

Процедура приведення платежів, рознесених у часі, до базової дати називається *дисконтуванням*.

Розглянемо економічну сутність цієї процедури. Припустимо, що задана деяка ставка позичкового проценту r і потік платежів (позитивних чи негативних) $P(t)$, початок якого збігається з базовим моментом часу приведення. Тоді дисконтована величина платежу $P(t)$, виконаного в момент, який відстоїть від базового на величину t інтервалів (місяців, років), дорівнює деякій величині $Pd(t)$, яка будучи виданою під позичковий процент r , дасть у момент часу t величину $P(t)$. Таким чином, $Pd(t) \cdot (1+r) = P(t)$, або дисконтована величина платежу $P(t)$ дорівнює:

$$Pd(t) = \frac{P(t)}{(1+r)^t}. \quad (4.1)$$

Величина позичкового відсотка називається *нормою дисконтування*. В економічній літературі вона трактується як норма переваги доходів, отриманих на даний момент, відносно доходів, які будуть отримані у майбутньому.

У процесі оцінки інвестиційного проекту при стабільній економічній ситуації ставку дисконтування можна приймати як постійну величину, тоді при розрахунку дисконтованих величин ставка дисконтування r береться на одному рівні. При нестабільній економічній ситуації або інфляції може виникнути необхідність врахування прогнозних значень середньорічного рівня інфляції при визначенні ставки дисконтування для кожного моменту часу t . Середньорічний рівень інфляції розраховують за формулою:

$$(1+r') = (1+r) \cdot (1+i), \quad (4.2)$$

де r' – ставка дисконтування, скоригована на середньорічний індекс інфляції;

i – середньорічний індекс інфляції (у частках одиниці).

Показники економічної ефективності інвестиційного проекту

Чистий приведений дохід – це різниця між сумою приведених доходів та сумою приведених на цю саму дату витрат. Визначається за формулою:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{Dt}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t_k} \frac{It}{(1+r)^t}, \quad (4.3)$$

де t ($t = \overline{0, T}$) – роки реалізації інвестиційного проекту;

t_n – рік початку виробництва продукції;

t_k – рік закінчення процесу вкладення коштів;

Dt – сума доходів, генерованих у році t ;

It – сума капітальних вкладень, здійснених у році t .

Чистий приведений дохід оцінює ефективність (прибутковість) інвестиційних проектів у абсолютному виразі (у грошовому вимірі – прибуток або збиток). Якщо:

$NPV > 0$, то проект буде прибутковим і його слід прийняти;

$NPV < 0$, то проект буде збитковим і його слід відкинути;

$NPV = 0$, то проект буде ні прибутковим, ні збитковим.

Коефіцієнт рентабельності інвестицій (індекс дохідності інвестицій) визначається як співвідношення між сумою приведених доходів та сумою приведених на ту саму дату витрат. Визначається за формулою:

$$PI = \sum_{t=t_n}^T \frac{Dt}{(1+r)^t} : \sum_{t=0}^{t_k} \frac{It}{(1+r)^t}. \quad (4.4)$$

Коефіцієнт рентабельності характеризує прибутковість інвестиційно-го проекту у відносному виразі (у частках одиниці або у відсотках). Якщо:

$PI > 1$, то проект буде рентабельним і його слід прийняти;

$PI < 1$, то проект буде нерентабельним і його слід відкинути;

$PI = 1$, то проект буде ні рентабельним, ні нерентабельним.

Цей показник є відносною величиною, тому його зручно використувати при виборі одного проекту з декількох альтернативних проектів, які мають приблизно однакові значення NPV , або при комплектуванні портфеля інвестицій з максимальним сумарним значенням NPV .

Внутрішня норма дохідності – це розрахункова ставка відсотка, при якій чистий приведений дохід для цього проекту дорівнює нулю. Визначається за формулою:

$$\sum_{t=t_n}^T \frac{Dt}{(1+r^*)^t} = \sum_{t=0}^{t_k} \frac{It}{(1+r^*)^t}, \quad (4.5)$$

де $r^* = IRR$ – внутрішня норма дохідності.

Внутрішня норма дохідності є граничною ставкою позичкового відсотку, яка розділяє ефективні та неефективні інвестиційні проекти. Рівень IRR повністю визначається внутрішніми даними, які характеризують інвестиційний проект, при цьому ніякі припущення про використання чистого доходу за межами проекту не розглядаються. Він характеризує відносну стійкість та надійність інвестиційного проекту в умовах нестабільного економічного середовища.

Величина IRR залежить не тільки від сумарних капітальних вкладень і доходів від реалізації проекту, а й від їхнього розподілу у часі.

Ця формула еквівалентна алгебраїчному рівнянню ступеня T та вирішується методом ітераційного наближення. При розв'язанні цього рівняння для одного проекту можна отримати декілька позитивних значень внутрішньої норми дохідності. У цьому випадку для аналізу вибирається найменше позитивне значення.

Для практичних розрахунків величини *IRR* застосовують таку формулу:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV(r_1)}{NPV(r_1) - NPV(r_2)} \cdot (r_2 - r_1), \quad (4.6)$$

де r_1 – ставка дисконтування, при якій чистий приведений дохід є позитивною величиною ($NPV(r_1) > 0$);

r_2 – ставка дисконтування, при якій чистий приведений дохід є негативною величиною ($NPV(r_2) > 0$).

Ставки r_1 і r_2 також визначають методом послідовного наближення. Для отримання необхідної точності різниця між ними повинна бути 1 %.

Строк окупності є одним з найпростіших показників, особливо для попередньої оцінки ефективності інвестицій. Він характеризує період часу, протягом якого інвестиції будуть повернуті за рахунок доходів, отриманих від реалізації проекту. Визначається за формулою:

$$\sum_{t=t_n}^h \frac{Dt}{(1+r)^t} \geq \sum_{t=0}^{t_k} \frac{It}{(1+r)^t}, \quad (4.7)$$

де h – строк окупності.

Цей показник має суттєвий недолік: при його визначенні не враховується весь період отримання доходів, тобто на нього не впливають доходи, які будуть отримані за межами строку окупності. Виступає як показник, що характеризує ризикованість реалізації проекту: чим більший строк окупності, тим більший ризик і навпаки.

Коефіцієнт ефективності інвестицій має дві характерні особливості:

- 1) він не передбачає дисконтування показників доходу;
- 2) дохід характеризується показником чистого прибутку.

Він визначається за формулою:

$$ARR = \frac{\overline{ЧП}}{1/2 \cdot (I + LS)}, \quad (4.8)$$

де $\overline{ЧП}$ – середньорічний чистий прибуток;

I – розмір капітальних вкладень;

LS – ліквідаційна вартість об'єкта.

Значення цього показника порівнюється з коефіцієнтом рентабельності авансованого капіталу, який визначається як відношення загального чистого прибутку підприємства до загальної суми коштів, авансованих у його діяльність.

Основним недоліком цього показника є те, що він не враховує часової складової грошових потоків.

Розглянуті методи оцінки економічної ефективності інвестиційних проектів мають різну цінність і частоту використання. Ієрархія методів оцінки інвестиційних проектів (у порядку зменшення частоти використання):

- 1) коефіцієнт рентабельності інвестицій;
- 2) чистий приведений дохід;
- 3) внутрішня норма доходності;
- 4) строк окупності (але він є основним при оцінці ризикованих інвестиційних проектів);
- 5) коефіцієнт ефективності інвестицій.

Приклад. Розрахувати показники економічної ефективності інвестиційного проекту за варіантами його реалізації (песимістичним, найбільш ймовірним і оптимістичним), грошові потоки для якого розраховали у попередньому пункті за таких умов: фінансово-господарське становище підприємства є таким, що коефіцієнт рентабельності авансованого капіталу становить 25 %; ціна авансованого капіталу – 22 %. Крім того, кожного року ціна авансованого капіталу коректується на середньорічний індекс інфляції. Прогнозується, що середньорічний індекс інфляції становитиме:

Рік	2013	2014	2015	2016	2017
Середньорічний індекс інфляції, %	2,7	3,0	3,6	4,2	4,3

Відповідно до існуючої практики прийняття рішень у сфері інвестування керівництво підприємства не вважає доцільним брати участь у проєктах зі строком окупності більше чотирьох років.

Розв'язання. Визначимо значення коефіцієнта дисконтування для кожного року з урахуванням інфляції:

$$1 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,027) = 1,253 \text{ (25,3 \%);}$$

$$2 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,030) = 1,257 \text{ (25,7 \%);}$$

$$3 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,036) = 1,264 \text{ (26,4 \%);}$$

$$4 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,042) = 1,271 \text{ (27,1 \%);}$$

$$5 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,043) = 1,272 \text{ (27,2 \%).}$$

Визначимо значення показників економічної ефективності інвестиційного проєкту.

Песимістичний варіант

Чистий потік грошових платежів, тис. грн	9,80	7,19	12,64	9,54	9,68
--	------	------	-------	------	------

Чистий приведений дохід:

$$NPV = \left[\frac{9,80}{1,253^1} + \frac{7,19}{1,257^2} + \frac{12,64}{1,264^3} + \frac{9,54}{1,271^4} + \frac{9,68}{1,272^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} =$$

$$= 25,19 - 35,00 = -9,81 \text{ (тис. грн.)}$$

При реалізації даного проекту за песимістичним варіантом буде отримано збиток у сумі 9,81 тис. грн, тобто проект не слід рекомендувати до реалізації.

Якщо при розрахунку показника NPV за будь-яким варіантом реалізації проекту буде отримано негативний результат, то за цим варіантом подальші розрахунки припиняються. Тому у подальшому розрахунку прикладу песимістичний варіант розглядати не будемо.

Найімовірніший варіант

Чистий потік грошових платежів, тис. грн	13,24	10,62	16,47	13,35	13,63
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Чистий приведений дохід:

$$NPV = \left[\frac{13,24}{1,253^1} + \frac{10,62}{1,257^2} + \frac{16,47}{1,264^3} + \frac{13,35}{1,271^4} + \frac{13,63}{1,272^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} =$$

$$= 34,65 - 35,00 = -0,35 \text{ (тис. грн.)}$$

При реалізації даного проекту за найімовірнішим варіантом буде отримано збиток у сумі 0,35 тис. грн, тобто проект не слід рекомендувати до реалізації.

За найімовірнішим варіантом також було отримано негативний результат показника NPV , тому за цим варіантом подальші розрахунки припиняються.

Оптимістичний варіант

Чистий потік грошових платежів, тис. грн	16,98	14,34	20,59	17,45	17,87
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Чистий приведений дохід:

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,253^1} + \frac{14,34}{1,257^2} + \frac{20,59}{1,264^3} + \frac{17,45}{1,271^4} + \frac{17,87}{1,272^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} =$$

$$= 44,87 - 35,00 = 9,87 \text{ (тис. грн.)}$$

При реалізації цього проекту за оптимістичним варіантом передбачається, що буде отримано прибуток у розмірі 9,87 тис. грн, тобто проект буде прибутковим, тому його можна рекомендувати до реалізації.

Коефіцієнт рентабельності інвестицій:

$$PI = \left[\frac{16,98}{1,253^1} + \frac{14,34}{1,257^2} + \frac{20,59}{1,264^3} + \frac{17,45}{1,271^4} + \frac{17,87}{1,272^5} \right] : \frac{35}{(1 + 0,22)^0} =$$

$$= 44,87 : 35,00 = 1,282 \text{ (128,2\%)}$$

Рентабельність цього інвестиційного проекту становитиме 128,2 %, тобто на кожен гривню, вкладену у реалізацію даного проекту, буде отримано додатково 28,2 коп. додаткового прибутку, тому даний проект можна рекомендувати до реалізації.

Внутрішню норму дохідності розрахуємо за формулою:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV(r_1)}{NPV(r_1) - NPV(r_2)} \cdot (r_2 - r_1).$$

Знайдемо ціну капіталу, при якій цей проект буде збитковим. Збільшимо ціну капіталу до 25 %, тоді коефіцієнт дисконтування для кожного року з урахуванням інфляції становитиме:

$$1 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,27) \cdot (1 + 0,027) = 1,304 \text{ (30,4 \%)};$$

$$2 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,27) \cdot (1 + 0,030) = 1,308 \text{ (30,8 \%)};$$

$$3 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,27) \cdot (1 + 0,036) = 1,316 \text{ (31,6 \%)};$$

$$4 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,27) \cdot (1 + 0,042) = 1,323 \text{ (32,3 \%)};$$

$$5 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,27) \cdot (1 + 0,043) = 1,325 \text{ (32,5 \%)}.$$

Тоді чистий приведений дохід при $r = 27\%$ дорівнюватиме:

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,304^1} + \frac{14,34}{1,308^2} + \frac{20,59}{1,316^3} + \frac{17,45}{1,323^4} + \frac{17,87}{1,325^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,27)^0} =$$

$$= 40,51 - 35,00 = 5,51 \text{ (тис. грн).}$$

Оскільки в результаті розрахунків отримали позитивний результат, то ще необхідно підвищити ціну авансованого капіталу. Збільшимо її до $r = 33\%$, тоді коефіцієнт дисконтування для кожного року з урахуванням інфляції становитиме:

$$1 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,33) \cdot (1 + 0,027) = 1,366 \text{ (36,6 \%)};$$

$$2 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,33) \cdot (1 + 0,030) = 1,370 \text{ (37,0 \%)};$$

$$3 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,33) \cdot (1 + 0,036) = 1,378 \text{ (37,8 \%)};$$

$$4 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,33) \cdot (1 + 0,042) = 1,386 \text{ (38,6 \%)};$$

$$5 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,33) \cdot (1 + 0,043) = 1,387 \text{ (38,7 \%)}.$$

Тоді чистий приведений дохід при $r = 33\%$ дорівнюватиме:

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,366^1} + \frac{14,34}{1,370^2} + \frac{20,59}{1,378^3} + \frac{17,45}{1,386^4} + \frac{17,87}{1,387^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,33)^0} =$$

$$= 36,15 - 35,00 = 1,15 \text{ (тис. грн).}$$

Оскільки в результаті розрахунків отримали позитивний результат, то ще необхідно підвищити ціну авансованого капіталу. Збільшимо її до $r = 34\%$, тоді коефіцієнт дисконтування для кожного року з урахуванням інфляції становитиме:

$$1 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,34) \cdot (1 + 0,027) = 1,376 \text{ (37,6 \%)};$$

$$2 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,34) \cdot (1 + 0,030) = 1,380 \text{ (38,0 \%)};$$

$$3 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,34) \cdot (1 + 0,036) = 1,388 \text{ (38,8 \%)};$$

$$4 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,34) \cdot (1 + 0,042) = 1,396 \text{ (39,6 \%);}$$

$$5 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,34) \cdot (1 + 0,043) = 1,398 \text{ (39,8 \%).}$$

Тоді чистий приведений дохід при $r = 34\%$ дорівнюватиме:

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,376^1} + \frac{14,34}{1,380^2} + \frac{20,59}{1,378^3} + \frac{17,45}{1,396^4} + \frac{17,87}{1,398^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,34)^0} =$$

$$= 35,50 - 35,00 = 0,50 \text{ (тис. грн).}$$

Оскільки в результаті розрахунків отримали позитивний результат, то ще необхідно підвищити ціну авансованого капіталу. Збільшимо її до $r = 35\%$, тоді коефіцієнт дисконтування для кожного року з урахуванням інфляції становитиме:

$$1 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,027) = 1,386 \text{ (38,6 \%);}$$

$$2 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,030) = 1,391 \text{ (39,1 \%);}$$

$$3 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,036) = 1,399 \text{ (39,9 \%);}$$

$$4 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,042) = 1,407 \text{ (40,7 \%);}$$

$$5 \text{ рік: } (1 + r') = (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,043) = 1,408 \text{ (40,8 \%).}$$

Тоді чистий приведений дохід при $r = 35\%$ дорівнюватиме:

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,386^1} + \frac{14,34}{1,391^2} + \frac{20,59}{1,399^3} + \frac{17,45}{1,407^4} + \frac{17,87}{1,408^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,35)^0} =$$

$$= 34,88 - 35,00 = -0,12 \text{ (тис. грн).}$$

У результаті розрахунків отримали негативний результат. Таким чином, як ставку r_1 приймемо 34% , а ставку $r_2 - 5\%$.

Визначимо внутрішню норму доходності:

$$IRR = 34 + \frac{0,50}{0,50 - (-0,12)} \cdot (35 - 34) = 34,8\%.$$

Оскільки ціна авансованого капіталу, яка закладалася для оцінки цього проекту, менша за значення внутрішньої норми доходності ($22\% < 34,8\%$), то проект має певну стійкість до негативних зовнішніх впливів, є достатньо надійним, тому його можна рекомендувати до реалізації.

Строк окупності розраховується за формулою:

$$\sum_{t=t_n}^h \frac{Dt}{(1+r)^t} \geq \sum_{t=0}^{t_k} \frac{It}{(1+r)^t}.$$

Розрахунок показника строку окупності проводиться до року, в який сума приведених доходів буде дорівнювати або перевищить суму приведених інвестицій у проект.

Визначимо строк окупності:

$$1 \text{ рік: } \left[\frac{16,98}{1,253^1} \right] = 13,55 < 35 ;$$

$$2 \text{ рік: } \left[13,55 + \frac{14,34}{1,257^2} \right] = 22,63 < 35 ;$$

$$3 \text{ рік: } \left[22,63 + \frac{20,59}{1,264^3} \right] = 32,82 < 35 ;$$

$$4 \text{ рік: } \left[32,82 + \frac{17,45}{1,271^4} \right] = 39,51 > 35 .$$

Даний проект повністю окупається за 4 роки, що відповідає вимогам керівництва щодо прийняття рішень у сфері інвестування на цьому підприємстві, тому його можна рекомендувати до реалізації.

Коефіцієнт ефективності інвестицій:

$$ARR = \frac{\overline{ЧП}}{\frac{1}{2} \cdot (I + LS)} \cdot 100 .$$

Визначимо середньорічний чистий прибуток підприємства, який буде отримано при реалізації проекту, за формулою:

$$\overline{ЧП} = \frac{\sum_{t=1}^n ЧП_t}{n} ,$$

де $ЧП_t$ – чистий прибуток, який було отримано у році t ;

n – кількість років, протягом яких планується отримувати прибуток.

Дані про величину чистого прибутку по роках були отримані при розрахунку відповідного потоку платежів. Для оптимістичного варіанта реалізації проекту будемо мати:

Чистий прибуток, тис. грн	9,98	7,34	13,59	10,45	10,87
---------------------------	------	------	-------	-------	-------

Розрахуємо середньорічний чистий прибуток, що складатиме:

$$\overline{ЧП} = \frac{9,98 + 7,34 + 13,59 + 10,45 + 10,87}{5} = \frac{52,23}{5} = 10,446 \text{ (тис. грн)} .$$

Тоді отримаємо:

$$ARR = \frac{10,446}{\frac{1}{2} \cdot (35 + 0)} \cdot 100 = 59,7 \text{ (59,7 \%)} .$$

Отримане значення коефіцієнта ефективності інвестицій для даного проекту більше рівня коефіцієнта рентабельності авансованого капіталу, прийнятого на підприємстві ($59,7\% > 25\%$), тому цей проект є достатньо

ефективним для даного підприємства і його можна рекомендувати до реалізації.

Складемо таблицю узагальнюючого аналізу:

Показник	Значення	Оцінка
Чистий приведений дохід, тис. грн	9,87 тис. грн.	+
Коефіцієнт рентабельності інвестицій	1,282	+
Внутрішня норма дохідності, %	34,8 %	+
Строк окупності, років	4 роки	+
Коефіцієнт ефективності інвестицій, %	59,7 %	+

Висновок. Як видно з даних таблиці, цей проект за оптимістичним варіантом є достатньо прибутковим, рентабельним, ефективним, а також має певну надійність і стійкість до негативних зовнішніх впливів, тому його можна рекомендувати до реалізації. Однак, необхідно відмітити, що за песимістичним і найбільш ймовірним варіантами цей проект є неефективним, тому його впровадження буде супроводжуватися значним ризиком, що необхідно враховувати при прийнятті остаточного рішення про впровадження даного інвестиційного проекту.

Примітки: 1. Якщо при розрахунку показника NPV за будь-яким варіантом реалізації проекту буде отримано негативний результат, то за цим варіантом подальші розрахунки припиняються.

2. Якщо буде отримано негативний результат за показником NPV для всіх варіантів реалізації (песимістичного, оптимістичного і найбільш ймовірного), то необхідно звернутися до викладача для корегування вихідних даних курсового проекту.

3. При розрахунку показника IRR необхідно наводити декілька розрахунків, які будуть демонструвати процес наближення до необхідних значень r_1 і r_2 .

4. Перші чотири показники завжди дають односпрямований результат: якщо проект прибутковий, то він є рентабельним, буде окупатися і має певний запас надійності. І навпаки, якщо проект збитковий, то він є нерентабельним, не буде окупатися протягом періоду його реалізації та не має ніякого запасу надійності.

5. Оцінка чутливості проекту за показником NPV до зміни очікуваних прогнозних даних про обсяг виробництва, ціну та собівартість одиниці продукції

Суть методу перевірки чутливості проекту за показником NPV до зміни одного з чинників полягає в аналізі впливу зміни окремого показника на показник NPV за умови, що інші показники залишаються незмінними.

Методика аналізу має такі етапи:

1) збільшити значення показника, що аналізується, на деяку величину (на 10%) за умови, що інші показники залишаться на певному, визначеному рівні;

2) перерахувати потік платежів з урахуванням зроблених змін;

3) розрахувати показник NPV для отриманого потоку платежів;

4) розрахувати абсолютну та відносну зміну показника NPV :

– абсолютна зміна показника NPV за рахунок зміни показника f визначається за формулою:

$$\Delta NPV_f = NPV_f - NPV; \quad (5.1)$$

– відносна зміна показника NPV за рахунок зміни показника f визначається за формулою:

$$T_{NPV}^{np} = \frac{\Delta NPV_f}{NPV} * 100, \quad (5.2)$$

де NPV_f – значення показника NPV , що було отримано в результаті зміни показника f ;

NPV – значення показника NPV , що було отримано за початковими даними.

Приклад. Проаналізуємо чутливість проекту за оптимістичним варіантом за показником NPV до зміни очікуваних прогнозних даних про обсяг надання, ціну та собівартість однієї послуги за даними розрахунків попередніх пунктів.

Розв'язання

А) За рахунок зміни очікуваних прогнозних даних про обсяг надання послуг.

Розрахуємо новий обсяг виробництва, збільшений на 10 %:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Обсяг надання послуг, одиниць	310,75	326,07	341,39	356,71	372,03
Скоригований обсяг надання послуг, одиниць	341,83	358,68	375,53	392,38	409,23

Для отримання розподілу платежів у 2013 – 2017 рр. складемо таку таблицю:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Дохід від надання послуг, тис. грн	88,875	96,125	116,790	150,282	170,241
Витрати на надання послуг, тис. грн	63,238	74,246	85,621	123,600	142,822
Валовий прибуток від надання послуг, тис. грн	25,637	21,879	31,169	26,682	27,419

Поточні витрати, тис. грн	3,00	3,10	3,21	3,32	3,43
Амортизаційні відрахування, тис. грн	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Прибуток, що оподатковується, тис. грн	15,637	11,779	20,959	16,362	16,989
Величина податку на прибуток, тис. грн	3,909	2,945	5,240	4,090	4,247
Чистий прибуток, тис. грн	11,728	8,834	15,719	12,271	12,741
Чистий потік грошових платежів, тис. грн	18,73	15,83	22,72	19,27	19,74

Розрахуємо показник NPV для отриманого потоку платежів:

$$NPV = \left[\frac{18,73}{1,253^1} + \frac{15,83}{1,257^2} + \frac{22,72}{1,264^3} + \frac{19,27}{1,271^4} + \frac{19,74}{1,272^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} = 49,52 - 35,00 = 14,52 \text{ (тис. грн).}$$

Тоді зміна показника NPV становить:

$$\Delta NPV_f = 14,52 - 9,87 = 4,45 \text{ (тис. грн) або}$$

$$T_{NPV}^{пр} = \frac{4,45}{9,87} \cdot 100 = 45,1 \text{ (\%).}$$

Таким чином, при збільшенні обсягу надання послуг на 10 % чистий приведений дохід для цього проекту збільшиться на 4,45 тис. грн або на 45,1 %. Отже між обсягом реалізації та показником NPV існує прямий зв'язок – при збільшенні обсягу надання послуг показник NPV також збільшується.

Б) За рахунок зміни очікуваних прогнозних даних про собівартість однієї послуги.

Розрахуємо нову собівартість однієї послуги, збільшену на 10 %:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Собівартість однієї послуги, грн	0,185	0,207	0,228	0,315	0,349
Скоригована собівартість однієї послуги, грн	0,204	0,228	0,251	0,347	0,384

Для отримання розподілу платежів у 2013 – 2017 рр. складемо таку таблицю:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Дохід від надання послуг, тис. грн	80,795	87,387	106,172	136,620	154,764
Витрати на надання послуг, тис. грн	63,238	74,246	85,621	123,600	142,822
Валовий прибуток від надання послуг, тис. грн	17,557	13,141	20,552	13,020	11,942

Поточні витрати, тис. грн	3,00	3,10	3,21	3,32	3,43
Амортизаційні відрахування, тис. грн	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Прибуток, що оподатковується, тис. грн	7,557	3,041	10,342	2,700	1,512
Величина податку на прибуток, тис. грн	1,889	0,760	2,585	0,675	0,378
Чистий прибуток, тис. грн	5,668	2,280	7,756	2,025	1,134
Чистий потік грошових платежів, тис. грн	12,67	9,28	14,76	9,03	8,13

Розрахуємо показник NPV для отриманого потоку платежів:

$$NPV = \left[\frac{12,67}{1,253^1} + \frac{9,28}{1,257^2} + \frac{14,76}{1,264^3} + \frac{9,03}{1,271^4} + \frac{8,13}{1,272^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} = 29,19 - 35,00 = -5,81 \text{ (тис. грн).}$$

Тобто зміна показника NPV становить:

$$\Delta NPV_f = -5,81 - 9,87 = -15,68 \text{ (тис. грн) або}$$

$$T_{NPV}^{пр} = \frac{-15,68}{9,87} \cdot 100 = -158,9 \text{ (\%).}$$

Таким чином, при збільшенні собівартості однієї послуги на 10 % чистий приведений дохід для цього проекту зменшиться на 15,68 тис. грн або на 158,9 %. Отже між собівартістю однієї послуги і показником NPV існує зворотний зв'язок – при збільшенні собівартості однієї послуги показник NPV зменшується.

В) За рахунок зміни очікуваних прогнозних даних про ціну однієї послуги.

Розрахуємо нову ціну однієї послуги, збільшену на 10 %:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Ціна однієї послуги, тис. грн	0,260	0,268	0,311	0,383	0,416
Скоригована ціна однієї послуги, тис. грн	0,286	0,295	0,342	0,421	0,458

Для отримання розподілу платежів у 2013–2017 рр. складемо таку таблицю:

Показник	2013	2014	2015	2016	2017
Дохід від надання послуг, тис. грн	88,875	96,125	116,790	150,282	170,241
Витрати на надання послуг, тис. грн	57,489	67,496	77,837	112,364	129,838
Валовий прибуток від надання послуг, тис. грн	31,386	28,629	38,953	37,918	40,402

Поточні витрати, тис. грн	3,00	3,10	3,21	3,32	3,43
Амортизаційні відрахування, тис. грн	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Прибуток, що оподатковується, тис. грн	21,386	18,529	28,743	27,598	29,972
Величина податку на прибуток, тис. грн	5,346	4,632	7,186	6,900	7,493
Чистий прибуток, тис. грн	16,039	13,897	21,557	20,699	22,479
Чистий потік грошових платежів, тис. грн	23,04	20,90	28,56	27,70	29,48

Розрахуємо показник NPV для отриманого потоку платежів:

$$NPV = \frac{23,04}{1,181^1} + \frac{20,90}{1,185^2} + \frac{28,56}{1,191^3} + \frac{27,70}{1,198^4} + \frac{29,48}{1,199^5} - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} =$$

$$= 65,21 - 35,00 = 30,21 \text{ (тис. грн).}$$

Тобто зміна показника NPV становить:

$$\Delta NPV_f = 30,21 - 9,87 = 20,34 \text{ (тис. грн) або}$$

$$T_{NPV}^{np} = \frac{20,34}{9,87} \cdot 100 = 206,1 \text{ (\%).}$$

Таким чином, при збільшенні ціни однієї послуги на 10 % чистий приведенний дохід для цього проекту збільшиться на 20,34 тис. грн або на 206,1 %. Отже між ціною однієї послуги та показником NPV існує прямий зв'язок – при збільшенні ціни однієї послуги показник однієї послуги показник NPV збільшується.

Узагальнимо отримані результати за допомогою таблиці:

Чинник	ΔNPV_f , тис. грн.	T_{NPV}^{np} , %
Обсяг надання послуг, одиниць	4,45	45,1
Собівартість однієї послуги, тис. грн	-15,68	-158,9
Ціна однієї послуги, тис. грн	20,34	206,1

На підставі даних таблиці видно, що на значення показника NPV найбільший вплив має ціна однієї послуги, на другому місці – собівартість однієї послуги, на третьому місці – обсяг надання послуг. При цьому вплив ціни однієї послуги і обсягу надання послуг є прямим, а собівартості однієї послуги – зворотним.

Як видно з таблиці, вплив ціни і собівартості однієї послуги дуже значний і складає більше 150 %, що показує за велику залежність ефективності проекту від кон'юнктури ринку і достатньо велику ризикованість його реалізації.

Примітки: 1. Ступінь впливу зміни окремого показника на загальну ефективність інвестиційного проекту (показник NPV) визначається на підставі отриманих результатів, взятих за модулем: чим більше значення показника, взятого за модулем, тим більший вплив і навпаки.

2. Знак результатів розрахунків показників ΔNPV_f і T_{NPV}^{np} показує напрямок впливу: якщо «+», то зв'язок прямий, тобто при збільшенні даного показника буде збільшуватися і результуючий показник і навпаки; якщо «-», то зв'язок зворотній, тобто при збільшенні даного показника буде зменшуватися результуючий показник і навпаки.

6. Оцінка впливу інфляції на загальну ефективність інвестиційного проекту

Проводиться шляхом корегування вихідної ціни авансованого капіталу за формулою:

$$(1 + r') = (1 + r) \cdot (1 + i), \quad (6.1)$$

де r' – ціна авансованого капіталу, відкоригована на індекс інфляції;
 r – початкова ціна авансованого капіталу;
 i – середньорічний індекс інфляції (у частках одиниці).
 Аналіз впливу проводиться за формулами (5.1) і (5.2).

Приклад. Оцінити вплив інфляції на інвестиційний проект, якщо є негативний прогноз, що протягом 2013-2017 рр. середньорічний індекс інфляції може становити до 10 %.

Розрахунки робити на підставі даних попередніх прикладів.

Розв'язання. Визначимо значення ціни авансованого капіталу з урахуванням середньорічного індексу інфляції:

$$(1 + r') = (1 + 0,22) \cdot (1 + 0,10) = 1,342 \quad (34,2 \%).$$

Розрахуємо показник NPV для отриманої ціни авансованого капіталу:

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,342^1} + \frac{14,34}{1,342^2} + \frac{20,59}{1,342^3} + \frac{17,45}{1,342^4} + \frac{17,87}{1,342^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,22)^0} =$$

$$= 38,62 - 35,00 = 3,62 \text{ (тис. грн).}$$

Визначимо вплив інфляції на зміну показника NPV :

$$\Delta NPV_f = 3,62 - 9,87 = -6,25 \text{ (тис. грн) або}$$

$$T_{NPV}^{np} = \frac{-6,25}{9,87} \cdot 100 = -63,3 \text{ (\%)}.$$

Таким чином, при реалізації негативного прогнозу показник NPV знизиться до 3,62 тис. грн, тобто зменшиться на 6,25 тис. грн або на 63,3 %.

Визначимо зміну внутрішньої норми доходності.

Розрахуємо показник NPV , збільшивши ціну авансованого капіталу до 26 %:

$$(1 + r') = (1 + 0,26) \cdot (1 + 0,1) = 1,386 \text{ (38,6 \%)}.$$

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,386^1} + \frac{14,34}{1,386^2} + \frac{20,59}{1,386^3} + \frac{17,45}{1,386^4} + \frac{17,87}{1,386^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,26)^0} = \\ = 35,67 - 35,00 = 0,67 \text{ (тис. грн)}.$$

Розрахуємо показник NPV , збільшивши ціну авансованого капіталу до 27 %:

$$(1 + r') = (1 + 0,27) \cdot (1 + 0,10) = 1,397 \text{ (39,7 \%)}.$$

$$NPV = \left[\frac{16,98}{1,397^1} + \frac{14,34}{1,397^2} + \frac{20,59}{1,397^3} + \frac{17,45}{1,397^4} + \frac{17,87}{1,397^5} \right] - \frac{35}{(1 + 0,27)^0} = \\ = 34,99 - 35,00 = -0,01 \text{ (тис. грн)}.$$

Розрахуємо внутрішню норму доходності з урахуванням прогнозу середньорічного індексу інфляції:

$$IRR = 26 + \frac{0,67}{0,67 - (-0,01)} \cdot (27 - 26) = 26,99 \%.$$

Визначимо вплив інфляції на зміну показника r^* :
 $\Delta IRR = 26,99 - 34,8 = -7,81$ (%) або

$$T_{IRR}^{np} = \frac{-7,81}{34,8} \cdot 100 = -22,4 \text{ (\%)}.$$

Таким чином, при реалізації негативного прогнозу показник IRR знизиться до 26,99 %, тобто зменшиться на 7,81 % у абсолютному відношенні або на 77,6 % у відносному відношенні, що свідчить про значне підвищення ризикованості реалізації проекту.

На основі розрахунків можна зробити висновок, що при зростанні середньорічної інфляції до 10 % буде знижуватися як загальна прибутковість проекту та зростати його ризикованість, тобто інфляція негативно впливає на реалізацію інвестиційного проекту.

7. Висновок про доцільність вкладення коштів в інвестиційний проект

Треба узагальнити отримані результати.

Приклад. На основі проведених розрахунків можна зробити такі висновки:

1) аналіз економічної ефективності песимістичного і найбільш ймовірного варіантів проекту свідчить, що їхня реалізація є недоцільною, оскільки буде отримано збитки. Отримання прибутку передбачає реалізація тільки оптимістичного варіанту проекту;

2) за оптимістичним варіантом проекту було отримано позитивні результати за всіма показниками, що свідчить про його економічну ефективність при достатньо незначному ризику;

3) проект дуже чутливий до можливих змін ціни і собівартості однієї послуги, що може мати визначальний вплив на його ефективність в умовах ринкової економіки;

4) орієнтація на реалізацію лише оптимістичного варіанта є дуже ризикованою, тому проект краще відхилити або відправити на доопрацювання для приведення його показників до прийнятного рівня.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакаєв Л. О. Кількісні методи в управлінні інвестиціями: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2000. – 151 с.
2. Бардиш Г. О. Проектний аналіз: Підручник. – 2-ге вид., стер. – К.: Знання, 2006. – 415 с.
3. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов / Пер. с англ. под ред. Л. П. Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 613 с.
4. Бланк И. А. Управление инвестициями предприятия. – К.: Ника-Центр, Эльга, 2003. – 480 с.
5. Верба В. А., Гребешкова О. М. Проектний аналіз: слайд-курс: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2006. – 236 с.
6. Вітлінський В. В., Наконечний С. І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ «Борисфен-М», 1996. – 336 с.
7. Гитман Л. Дж., Джонк М. Д. Основы инвестирования / Пер. с англ. – М.: Дело, 1997. – 1008 с.
8. Ильин Н. И., Лукманова И. Г. и др. Управление проектами. – Спб.: «Два-Три», 1996. – 610 с.
9. Инвестиционное проектирование: практическое руководство по экономическому обоснованию инвестиционных проектов / Под ред. С. И. Шумилина. – М.: АО «Финстатинформ», 1995. – 240 с.
10. Кравченко О. О. Проектний аналіз: Навч.-метод. посібник. – К.: Вид-во ДЕДУТ, 2010. – 267 с.
11. Майорова Т. В. Інвестиційна діяльність. – К.: ЦУЛ, 2003. – 375 с.
12. Митяй О. В. Проектний аналіз: Навч. посіб. – К.: Знання, 2011. – 311 с.
13. Мыльник В. В. Инвестиционный менеджмент. – М: Академический Проект, 2002. – 268 с.
14. Пересада А. А. Інвестиційний процес в Україні. – К.: Лібра, 1998. – 389 с.
15. Пересада А. А., Коваленко Ю. М., Онікієнко С. В. Інвестиційний аналіз. – К.: КНЕУ, 2003. – 485 с.
16. Рижиков В. С., Яковенко М. М. та інші. Проектний аналіз: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 384 с.
17. Ример М. И., Касатов А. Д., Матиенко Н. Н. Экономическая оценка инвестиций/ Под общ. ред. М. Римера - СПб.: Питер, 2006. – 480 с.
18. Сич Є. М., Ільчук В. П. Інвестиційна діяльність. – К.: Вид-во КУ-ЕТТ, 2003.
19. Сич Є. М., Ільчук В. П. Інноваційно-інвестиційний розвиток залізничного транспорту. – К.: Вид-воКУЕТТ, 2001.
20. Удалих О.О. Управління інвестиційною діяльністю промислового підприємства: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2006. – 292 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1
Зразок титульного аркуша

Форма № Н 6.01

Державний економіко-технологічний університет транспорту
(повне найменування вищого навчального закладу)
Кафедра «Фінанси і кредит»
(повна назва кафедри)

КУРСОВА РОБОТА

з проектного аналізу
(назва дисципліни)

на тему: Оцінка економічної доцільності реалізації інвестиційного проекту

Студента (ки) 1 курсу групи ОПУТ(спец)

напряму підготовки 0701 «Транспорт і
транспортна інфраструктура»
спеціальності _____

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник к.е.н., доцент Кравченко О. О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії:

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

м. Київ – 201_ рік

ЗМІСТ

Завдання на курсовий проект	3
Вступ	5
Теоретична частина. <i>Напрямки інтенсифікації інноваційної діяльності на транспортних підприємствах</i>	7
Практична частина	
1. Вирішення задач сітьового планування	
2. Прогнозування показників обсягу реалізації, собівартості та ціни однієї послуги	
3. Побудова потоків платежів за песимістичним, оптимістичним і найбільш ймовірним варіантами	
4. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проекту	
5. Оцінка чутливості проекту за показником NPV до зміни очікуваних прогнозних даних про обсяг виробництва, ціну та собівартість одиниці продукції	
6. Оцінка впливу інфляції на загальну ефективність інвестиційного проекту	
7. Висновок про доцільність вкладення коштів в інвестиційний проект	
Список використаної літератури	

					КП – 7.050104 - ОПУТ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Оцінка економічної доцільності реалізації інвестиційного проекту	<i>Літ.</i>	<i>Аркцш</i>	<i>Аркцшів</i>
<i>Розробив</i>		Іваненко І. І.					2	
<i>Перевір.</i>		Кравченко О. О.						
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>						ДЕТУТ		