

Міністерство освіти і науки України
Національний транспортний університет
Кафедра інформаційних систем і технологій

Гавриленко В.В., Шумейко О.А.

Комп'ютерні технології
в розв'язанні задач
інвестиційного аналізу

Методичний комплекс
для студентів усіх спеціальностей НТУ

Київ 2007

Міністерство освіти і науки України
Національний транспортний університет
Кафедра інформаційних систем і технологій

Гавриленко В.В., Шумейко О.А.

Комп'ютерні технології
в розв'язанні задач
інвестиційного аналізу

Методичний комплекс
для студентів усіх спеціальностей НТУ

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні науково-методичної Ради
університету
Протокол №___ від "___" _____ 2006 р.

Перший проректор НТУ,
професор _____ М.О.Білякович

Київ 2007

В.В. Гавриленко, О.А. Шумейко. Комп'ютерні технології в розв'язанні задач інвестиційного аналізу. Методичний комплекс для студентів усіх спеціальностей НТУ. – К.: НТУ, 2007. – 41 с.

Автори: Гавриленко Валерій Володимирович, д.ф.-м.н., професор,
Шумейко Олексій Андрійович, асистент

Рецензенти: О.С.Лимарченко, доктор техн. наук, зав. відділу
Інформаційних технологій Міжнародного математичного
центру НАН України.

© *В.В. Гавриленко, О.А. Шумейко*
Національний транспортний університет (НТУ)
2007

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1. Інформаційні системи в інвестиційному аналізі	5
Запитання до розділу	12
Розділ 2. Аналіз ефективності інвестиційних проектів засобами комп'ютерних технологій	13
Завдання до розділу	24
Розділ 3. Імітаційне моделювання інвестиційних ризиків засобами комп'ютерних технологій	27
Завдання до розділу	37
Список використаних джерел	39
Предметний покажчик	40

ВСТУП

Дослідження економічних систем сьогодні неможливе без використання сучасних інформаційних технологій, економіко-математичних методів та персональних комп'ютерів.

Запропонований посібник присвячено практичній реалізації процесу інвестиційного аналізу за допомогою комп'ютерних інформаційних систем MS Excel та MathCad. Він містить опис теоретичних і практичних підходів до вибору інвестиційних проектів в умовах ринкової економіки.

Посібник призначений для вивчення одного із важливих розділів економіки – інвестиційного аналізу. Метою цього посібника є навчання студентів основним принципам і методам економічної оцінки різних видів інвестицій, а також розвиток навичок і умінь в області прийняття інвестиційних рішень на основі економіко-математичного моделювання.

Посібник складається із вступу, трьох розділів та списку використаних джерел інформації.

Перший розділ посібника являє собою загальний огляд інформаційних систем, що можуть бути використані для оцінки ефективності інвестиційних проектів. Розглянуті спеціалізовані інформаційні системи та системи загального призначення, що можуть бути використані для інвестиційних розрахунків. Проаналізовано достоїнства та недоліки інформаційних систем обох типів. Наведено контрольні питання за темою розділу.

Другий розділ посібника присвячено методології розрахунку основних показників ефективності інвестування за допомогою інформаційних систем загального призначення MS Excel та MathCad. Наведено приклад оцінки та критерії прийняття інвестиційного рішення. Для закріплення отриманих знань у кінці розділу наведено контрольне завдання, що складається з 30 варіантів.

Третій розділ посібника присвячений питанню прийняття інвестиційних рішень в умовах невизначеності. Запропонована імітаційна модель оцінки ефективності інвестицій, яка враховує фактори ризику. Наведено алгоритм реалізації моделі в інформаційних системах MS Excel та MathCad. Контрольне завдання у кінці розділу дозволяє закріпити отриманні знання на практиці.

Матеріал посібника є складовою частиною курсів таких дисциплін, як “Інформаційні системи в економіці”, “Комп'ютерне моделювання в економіці”, “Обробка економічної інформації”, “Сучасні комп'ютерні технології” тощо.

Посібник може бути корисним для студентів, аспірантів та викладачів, які займаються проблемами моделювання економічних процесів, зокрема у галузі управління на транспорті.

Розділ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ІНВЕСТИЦІЙНОМУ АНАЛІЗІ

Інвестування виробництва є ключовим чинником розвитку будь-якого підприємства. Тому серед питань управління підприємством питання ефективності інвестиційних проектів, особливо в умовах обмеженості інвестиційних коштів, набувають суттєвого значення.

Проведення аналізу ефективності інвестицій вимагає достатньо глибокої професійної підготовки, тому що одночасно потребує знань з багатьох напрямків економічної науки, таких як фінанси, бухгалтерський й управлінський облік, менеджмент, маркетинг, оподаткування тощо. Які ж можливості мають підприємства для проведення кваліфікованого інвестиційного аналізу? Назвемо найбільш реальні варіанти:

- 1) використання послуг спеціалізованих консалтингових фірм;
- 2) формування з працівників підприємства групи експертів, компетентних в усіх цих напрямках економіки;
- 3) за допомогою власних фахівців при застосуванні інтелектуальних комп'ютерних програм інвестиційного аналізу.

На теперішній час перший варіант для багатьох малих і середніх підприємств не по кишені через високу вартість послуг консалтингових фірм.

Другий варіант в більшості випадків складно реалізувати через відсутність у працівників підприємства необхідних спеціальних знань і кваліфікації в області інвестування.

Таким чином, для більшості випадків єдиною можливістю самостійно за допомогою власних фахівців розрахувати й проаналізувати інвестиційний проект, провести аналіз фінансово-господарської діяльності для оцінки інвестиційної привабливості свого підприємства, розробити стратегічний план розвитку, є застосування інформаційних систем інвестиційного й фінансового аналізу. Такі системи можна умовно розділити на дві групи.

До першої групи належать універсальні інформаційні системи, за допомогою яких можна отримувати розв'язки для широкого кола задач, зокрема задач інвестиційного аналізу. Тобто, ці системи не призначені спеціально для задач інвестиційного аналізу, але мають необхідний інструментарій для фінансових й інвестиційних розрахунків. Такими системами, наприклад, є електронні таблиці Excel, системи комп'ютерної математики Mathematica, Matlab, Maple, MathCad тощо.

До другої групи належать спеціалізовані програми, спеціально розроблені для розрахунку ефективності інвестицій. Принцип роботи спеціалізованих програм полягає в запиті вхідних даних, самостійній обробці цих даних та видачі готового результату. Такий підхід значно спрощує процес інвестиційного аналізу, звільняє користувача від необхідності глибоко занурюватися в тонкощі цього процесу, зводячи його фактично до формування блоку вхідних даних і наступного аналізу результатів. Але при цьому користувач втрачає гнучкість налаштування й покрокового контролю процесу оцінки. Спеціалізовані програми, як правило, не дозволяють враховувати тонкощі й особливості конкретних проектів, позбавляють

користувача можливості вибору методик проведення розрахунків, змушуючи його користуватися лише реалізованим у програмі алгоритмом.

Сьогодні на ринку країн СНД представлено понад десяти спеціалізованих комп'ютерних програм для розрахунку й порівняльного аналізу інвестиційних проектів. Крім свого основного призначення, ці програми успішно використовуються також для розробки фінансової моделі й стратегічного плану розвитку промислових підприємств. В основному на ринку представлені програмні продукти російського виробництва: "**Project Expert**" фірми "Про-Інвест Консалтинг", "**ИНВЕСТОР**" фірми "ИНЭК", "**Альт-Інвест**" фірми "Альт", "**FOCCAL**" фірми "Центринвестсофт", "**ТЭО-ИНВЕСТ**" Інституту проблем управління РАН. Серед західних програм – "**COMFAR**" (Computer Model for Feasibility Analysis and Reporting) і "**PROSPIN**" (Project Profile Screening and Pre-appraisal Information system).

Основні вимоги до таких програм:

- проводити ретроспективний аналіз фінансово-господарської діяльності з метою визначення найбільш слабких місць у діяльності різних підрозділів підприємства;
- проводити розрахунок і всебічний аналіз бізнес-плану інвестиційного проекту;
- у випадку залучення зовнішніх джерел фінансування підготувати техніко-економічне обґрунтування кредиту;
- оцінювати вплив зовнішніх факторів і внутрішніх параметрів на загальну ефективність проекту;
- проводити порівняльну оцінку для відбору найбільш перспективного варіанта проекту;
- швидко виконувати всі рутинні обчислювальні операції;
- на підставі розрахунку й аналізу готувати документацію по проекту для подання її потенційному інвестору або кредитору.

Загальні властивості спеціалізованих пакетів аналізу ефективності інвестицій:

- пакети використовують сучасні методики розрахунку: зазвичай, ці програми побудовані за методикою, що розроблена Комітетом промислового розвитку при ООН (UNIDO) на основі імітаційного моделювання грошових потоків;
- крім безпосередньо інвестиційного аналізу, у програмах передбачені додаткові функції фінансового аналізу й керування проектами, які, зазвичай, носять допоміжний характер й уступають аналогам, реалізованим у відповідному спеціалізованому програмному забезпеченні;
- пакети мають можливість давати докладні описи параметрів проекту (інфляція, податки, курси валют тощо);
- результати розрахунків виводяться у вигляді структурованого звіту, що містить не тільки цифрові дані, але і їх графічну інтерпретацію й текстові коментарі; звіт може бути конвертований у розповсюджені формати даних (Word, Excel, html тощо);
- у більшості програм реалізовано зручний багатовіконний діалоговий інтерфейс, що значно полегшує введення вхідних даних;

- переважна більшість програм є "закритими", тобто програма реалізована за принципом "чорної скрині", яка отримує вхідну інформацію і видає результат. З одного боку, ця властивість спрощує процес розрахунків, рятуючи користувача від необхідності занурюватися в тонкощі процесу. З іншого боку, така реалізація програми не дає можливості крок за кроком контролювати процес розрахунків.

Огляд спеціалізованих інформаційних систем інвестиційного аналізу. Пакет "COMFAR" – класична програма інвестиційного аналізу, є програмною реалізацією відомої методики UNIDO з оцінки ефективності інвестицій. Ця методика розроблялася спеціально для застосування в країнах з перехідною економікою й дозволяє побудувати типовий бізнес-план, що враховує всі істотні моменти поточної й планованої діяльності, та представити інформацію у вигляді, що відповідає вимогам міжнародних фінансово-кредитних установ. Дана методика широко використовується як для інвестиційного проектування, так і для фінансового аналізу підприємств. Більшість відомих інформаційних систем інвестиційного аналізу, зокрема, всі розглянуті в цій роботі, побудовані на базі цієї методики.

Методика UNIDO і інформаційна система "COMFAR" широко відомі на пострадянському просторі завдяки навчальним програмам з Проектного аналізу, здійснюваним МБПП з 1991 року.

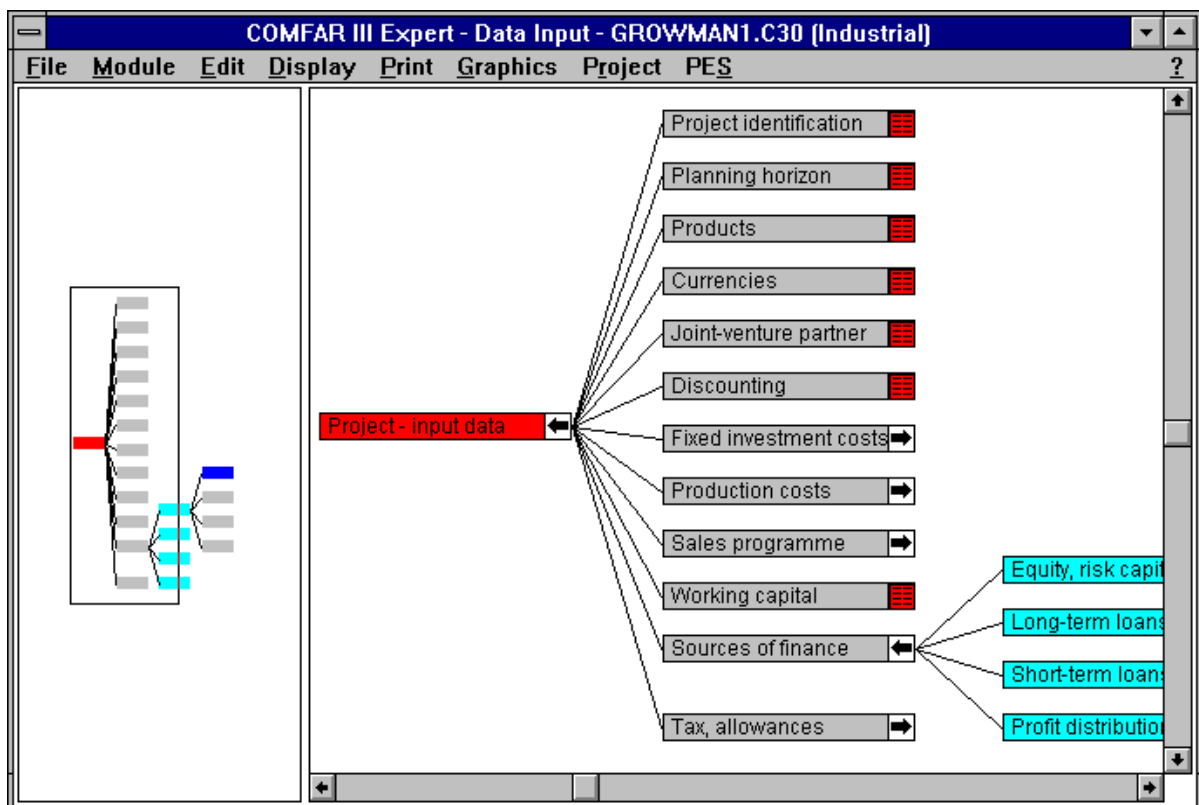


Рис.1.1. Інтерфейс програми "COMFAR"

До достоїнств програми можна віднести:

- висока якість методик, покладених в основу аналізу;

- наявність логотипу ООН (UNIDO) може стати додатковим фактором, що впливає на рішення інвестора;
- якісне й акуратне резюме проекту; можливість представляти звіт, як у скороченому, так і розширеному вигляді;
- навігація по вхідним даним, що оформлена у вигляді дерева, дає можливість розкривати й закривати модулі в міру необхідності (рис.1.1).

До недоліків програми можна віднести:

- останні п'ять років програма не розвивається;
- висока ціна (\$ 4400);
- програма не враховує особливостей національної системи оподаткування.

Резюме: спеціалізований пакет високого рівня, але практично не застосовний в умовах національної економіки України. Програму можна рекомендувати в навчальних цілях для вивчення фінансового аналізу.

Програма "**Project Expert**" призначена для інвестиційного аналізу та керування проектами. Розроблена й підтримується фірмою "Про-Інвест Консалтинг".

Слід зауважити, що модуль керування проектами програми "**Project Expert**" значно поступається спеціалізованим проектам, таким як MS Project, Але модуль інвестиційного аналізу програми реалізовано на дуже високому рівні. По даним ряду оглядів програмного забезпечення програма **Project Expert** є кращою в цій галузі на ринку СНД.

У Чехії, Угорщині, Німеччині та США програма випускається під торгівельною маркою "**PIC Business Builder**".

Особливістю програми "**Project Expert**", яка виділяє її серед аналогів, є одночасна реалізація в ній декількох альтернативних методик розрахунку. Ця особливість дає можливість користувачу вибрати найбільш підходящу для свого випадку методику, але вимагає від нього більш високої кваліфікації, що робить "**Project Expert**" інструментом професіонала.

"**Project Expert**" створена на базі методики UNIDO, але, на відміну від "**COMFAR**", в програмі враховані особливості національних стандартів бухгалтерського обліку та оподаткування. Розрахунки показників ефективності інвестицій здійснюються на основі імітаційної моделі грошових потоків.

Функціональні можливості програми:

- гнучкий опис параметрів проекту; обрій розрахунку проекту може досягати 100 років з кроком розрахунку в 1 місяць. Для кожного з 16000 можливих видів продукції програма дозволяє встановити детальний план продажів з урахуванням різних умов оплати;
- гнучке настроювання економічного оточення: робота з двома валютами (основна й додаткова); диференційована інфляція по різних видах доходів і витрат; дисконтні ставки по позиковим коштам; податкове оточення, що дозволяє створювати нові податки з обліком обраної оподаткованої бази.

До достоїнств програми можна віднести:

- популярність пакета: "**Project Expert**" використовують понад 5000 фахівців інвестиційного аналізу СНД;

- значна кількість вбудованих у програму функцій: створення календарних планів, засоби контролю реалізації проекту, аналіз проекту методом Монте-Карло, аналіз ефективності окремих підрозділів компанії тощо;
- програма відповідає міжнародним стандартам бухгалтерського обліку, що дозволяє використати її при аналізі проектів, реалізованих за кордоном, або проектами за участю іноземних інвесторів;
- зручний інтерфейс програми, що містить близько 200 діалогів, основні з яких зібрані в зміст, побудований за принципом закладок (рис.1.2);
- генератор звітів, що дозволяє автоматично створювати звіт про результати (бізнес-план) із чіткою структурою й детальним описом кожного етапу відповідно до міжнародних стандартів;
- інтернаціональна реалізація програми, яка має російський інтерфейс, але, за бажанням, можливо отримувати звітність англійською мовою; існують повністю локалізовані версії програми англійською, німецькою, польською, чеською та угорською мовами;

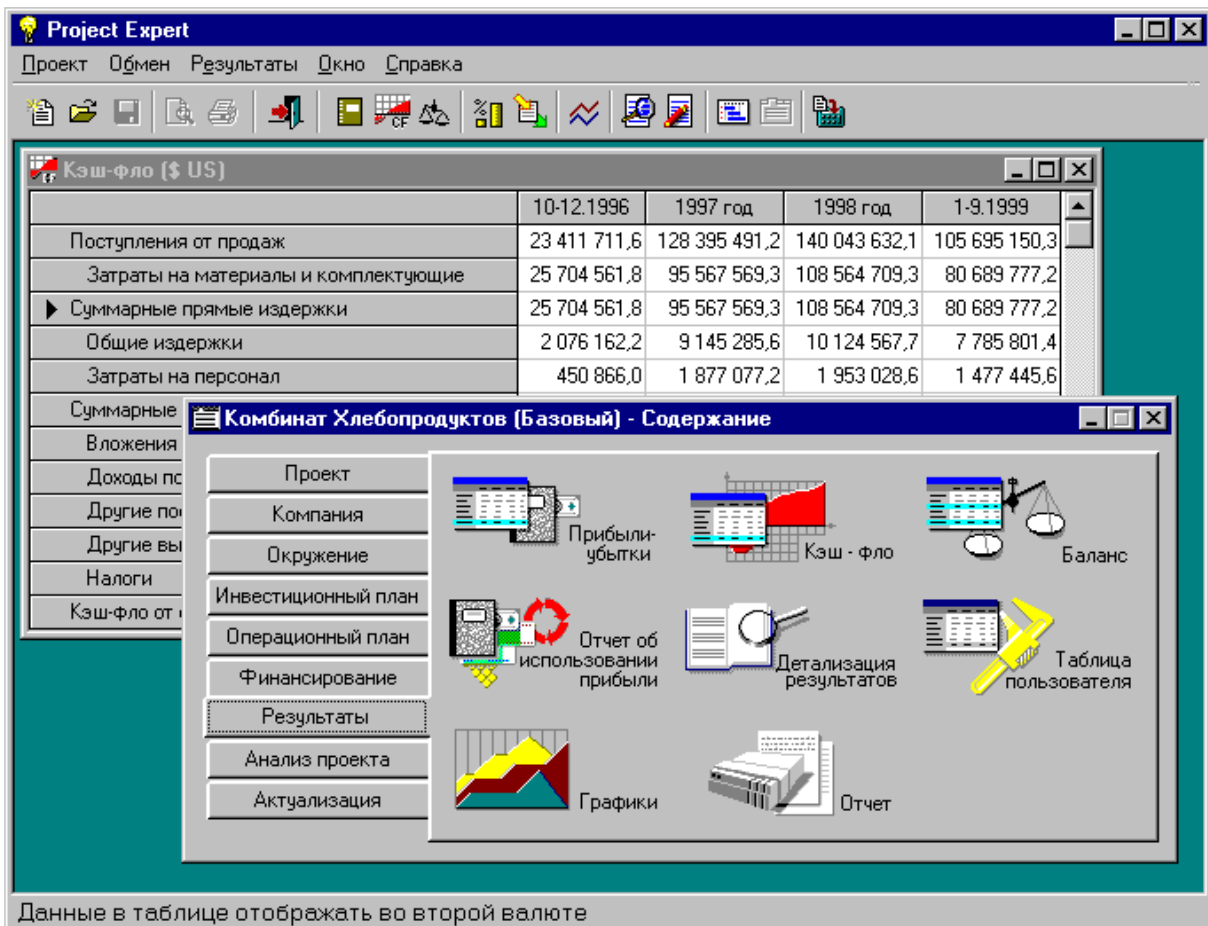


Рис.1.2. Інтерфейс програми "Project Expert"

До недоліків програми можна віднести:

- закритість програми, що унеможливує контроль за процесом розрахунку;
- вимога зайвої деталізації вхідних даних;

- високу вартість (\$ 1700), що робить "Project Expert" недосяжним для малого і середнього бізнесу, перетворюючи його винятково в корпоративний інструмент;
- вимоги до формування вхідних даних у форматі міжнародних бухгалтерських стандартів, які на даний момент не співпадають з національними стандартами; ця проблема може бути вирішена за допомогою додаткового модуля "Audit Expert", що поставляється за окрему плату (\$ 500);

Резюме: програма високого рівня з широкими можливостями інвестиційного аналізу, популярна серед фахівців-професіоналів.

Програма "Альт-Инвест", розроблена російською фірмою "Альт", займає проміжну позицію між універсальними програмами й спеціалізованими програмами інвестиційного аналізу. "Альт-Инвест" – потужний шаблон MS Excel, розроблений на базі VBA (рис.1.3). В основі роботи програми лежить методика UNIDO, що адаптована до умов російського законодавства.

	A	C	D	F	G
612	Проект производства новой модели мотоциклов	Постоянные цены			
613	КРЕДИТЫ В МЕСТНОЙ ВАЛЮТЕ		+,-	"0"	1 кв
614					
615	Наименование				
616	Тип кредита	Инвестиционный		2	
617	Период выплаты процентов		дни	30	
618	Отсрочка выплаты процентов		кв	0	
619	Процентная ставка				
620	- номинальная годовая		%	30%	30%
622	- расчетная на интервал планирования		%	7,5%	7,5%
623	AUTO				
624	Увеличение задолженности (+)		тыс.руб.	0	31 500
625	Погашение задолженности (-)		тыс.руб.	0	0
626	Задолженность на конец текущего ИП		тыс.руб.	0	31 500
627	Выплаченные проценты		тыс.руб.	0	0
634					
635	= Свободные денежные средства		тыс.руб.	0	287
638					

Рис. 1.3. Интерфейс программы "Альт-Инвест"

До достоїнств програми можна віднести:

- можливість використання всіх достоїнств MS Excel, таких як потужна графіка, можливість створювати витончені аналітичні звіти тощо;
- легкість складання звітів, оскільки всі вхідні дані вводяться з аркуша Excel, а не в діалогох зі складною системою подання інформації;
- гнучкість у поданні даних;
- програма відкрита, тобто є можливість її модернізації при наявності у користувача певної кваліфікації;
- показники ефективності інвестицій представлені в повному обсязі.

До недоліків програми можна віднести:

- при великій кількості вхідних даних навігація і орієнтування в них стає достатньо складною справою (зазвичай, вхідні дані становлять сотні й тисячі рядків);

- незахищеність інтерфейсу: випадковим натисканням клавіші можна зіпсувати зовнішній вигляд робочого листа, тобто при роботі із програмою потрібна підвищена обережність;
- висока ціна (\$ 1000);
- програма адаптована під російське законодавство, її адаптація до умов законодавства України вимагає втручання в її код, для чого необхідно мати навички програмування мовою VBA.

Резюме: найбільш придатна програма для тих, хто збирається створювати свою методику й форми звітності, організувати цикл підготовки документації за власними стандартами; програма буде зручна тим, хто вміє працювати в **Excel** і вільно орієнтується в цій системі. За іншими параметрами програма поступається конкурентам.

Модифікації програми "Альт-Инвест". Крім програми "Альт-Инвест" фірмою "Альт" пропонується програмний продукт "Альт-Инвест Прим", що є спрощеною версією програми "Альт-Инвест".

Консультаційною групою "Воронов и Максимов" створена система "**Мастер проектов**", побудована на базі "Альт-Инвест" (рис. 1.4). Особливістю програми є наявність покрокового Майстра (Wizard) процесу підготовки вихідних даних, що значно полегшує роботу з програмою.

Целевое значение критерия	
<input checked="" type="radio"/> Простой срок окупаемости (PBP)	2.7 3 лет
<input type="radio"/> Чистая современная ценность (NPV)	2430.3 тыс.руб.
<input type="radio"/> Дисконтированный срок окупаемости	3.6 лет
<input type="radio"/> Внутренняя ставка доходности (IRR)	30.8 %

Ключевые исходные параметры		Тек. уровень	Крит.
Объем производства и продаж	100%	88.4%	
Цены на продукцию	100%	94.1%	
Постоянные инвестиционные затраты	100%	117.5%	
Переменные производственные затраты	100%	111.9%	
Постоянные производственные затраты	100%	146.3%	

Рис. 1.4. Интерфейс программы "**Мастер проектов**"

Підводячи підсумки огляду спеціалізованого програмного забезпечення інвестиційного аналізу можна зробити наступні висновки:

- "Project Expert" є інструментом професіонала, що має спеціальну підготовку в області інвестицій;
- "Альт-Инвест" можна рекомендувати як шаблон для розробки власних програм, а така необхідність часто виникає у фахівців, що займаються оцінкою специфічних інвестиційних проектів;

- використання "COMFAR" виправдане при реалізації проектів, інвестором яких є міжнародна або іноземна фінансово-кредитна організація (наприклад, ЕБРР) або в навчальних цілях; при всіх своїх достоїнствах вона явно уступає аналогам.

MS Excel та MathCad як інструменти інвестиційного аналізу. Існування таких пакетів як "Альт-Інвест" і "Мастер проектов" переконливо підтверджують широкі можливості в області інвестиційного аналізу універсального (неспеціалізованого) програмного продукту **MS Excel**, який має потужний інструментарій вбудованих функцій для інвестиційного і фінансового аналізу, крім того в середовищі **Excel** є можливість створення функцій користувача. Додатковою перевагою **Excel** є той факт, що це одна з найпоширеніших програм серед користувачів на платформі операційної системи Windows, цей програмний продукт фактично є стандартом для економічних розрахунків. Він добре документований: доступна велика кількість документації, що описує використання **Excel** як інструмента інвестора. Використовуючи **Excel** як інструмент інвестиційного аналізу, користувач суттєво заощаджує на вартості програмного забезпечення. **Excel** дозволяє контролювати кожен крок розрахунку і враховувати різні особливості проекту, в той час як спеціалізовані програми є закритими.

При розрахунках ефективності інвестиційних проектів зручно також використовувати системи комп'ютерної математики, наприклад Mathematica, Matlab, Maple, MathCad, завдяки наявності в цих пакетах набору вбудованих функцій, власної системи програмування для створення функцій користувача та потужних графічних можливостей.

У яких же випадках доцільно вибирати універсальні програмні пакети в якості інструменту інвестиційного аналізу? Можна, наприклад, назвати такі випадки:

- якщо необхідно контролювати дрібні нюанси розрахунків;
- якщо необхідно користуватися нестандартними методиками розрахунку;
- якщо необхідно провести приблизний розрахунок ефективності інвестиційного проекту для внутрішнього користування;
- при обмеженому бюджеті підприємства;
- у навчальних цілях.

В наступних розділах розв'язання конкретних задач інвестиційного аналізу здійснюватиметься за допомогою пакетів **MS Excel** та **MathCad**.

Запитання до розділу

1. Поясніть поняття "спеціалізовані інформаційні системи".
2. Наведіть основні достоїнства та недоліки спеціалізованих інформаційних систем.
3. Які програми можна віднести до спеціалізованих інформаційних систем?
4. Поясніть поняття "універсальні інформаційні системи".
5. Наведіть основні достоїнства та недоліки універсальних інформаційних систем.
6. Які програми можна віднести до універсальних інформаційних систем?

Розділ 2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Теоретична довідка. Основна задача аналізу ефективності інвестиційного проекту полягає у визначенні цінності проекту з погляду зіставлення вигод і витрат проекту, виражених у грошовій формі.

Найважливішими показниками ефективності інвестиційних проектів є:

- Cash-flow (CF) (потік коштів) – являє собою різницю між вигодами проекту і витратами на нього, підрахованими за кожний період терміну реалізації проекту.
- Present Value (PV) (теперішня вартість) – показник, що визначає теперішню вартість майбутнього потоку коштів з урахуванням концепції вартості грошей у часі.

Нагадаємо, що зміст концепції вартості грошей у часі полягає в необхідності приведення всіх грошових надходжень протягом терміну реалізації проекту до єдиних умов. Показник PV визначається за формулою:

$$PV_t = CF_t \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (2.1)$$

де PV_t – теперішня цінність грошового потоку за період t ; CF_t – грошовий потік за період t ; r – ставка дисконтування; t – номер періоду реалізації проекту; $\frac{1}{(1+r)^t}$ – коефіцієнт дисконтування.

Net Present Value (NPV) (чиста теперішня вартість) – сума дисконтованих грошових потоків за всі періоди реалізації проекту. Слід зауважити, що проект не є збитковим, якщо виконується нерівність $NPV \geq 0$, і є збитковим у протилежному випадку. Показник NPV визначається за формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(CF)_t}{(1+r)^t}. \quad (2.2)$$

- Internal Rate of Return (IRR) (внутрішня норма прибутку) – така ставка дисконтування, при якій $NPV = 0$. Слід зауважити, що IRR є максимальною ставкою дисконтування, при якій проект не є збитковим, тобто для будь-якого значення ставки дисконтування r проект не є збитковим, якщо виконується умова $r \leq IRR$.
- Payback Period (PB) – період окупності інвестицій; тобто період, за який сумарні вигоди проекту компенсують сумарні поточні витрати та первісні інвестиції. В розрахунках мають місце як дисконтований, так і недисконтований періоди окупності. Відмінність між ними полягає в тому, що у першому випадку розглядаються дисконтовані платежі, а у другому – недисконтовані. Слід зауважити,

що недисконтований період окупності проекту є менш точним в порівнянні з дисконтованим, оскільки обчислюється за спрощеним алгоритмом.. Його значення завжди менше за дисконтований період окупності.

Постановка задачі. Розглянемо інвестиційний проект, що має два варіанти реалізації, які відрізняються розмірами інвестицій та ставок дисконтування. Термін реалізації проекту – 5 років.

Вхідні дані по варіантам реалізації проекту:

	1 варіант	2 варіант
Розмір інвестицій, грн	5000	5500
Ставка дисконту	13%	14%

Вважаємо, що на кожний рік реалізації проекту значення Cash-flow визначені та наведені в таблиці:

Рік реалізації	1	2	3	4	5
Значення Cash-flow, грн	1000	1800	1600	1700	1000

Завдання: розрахувати показники ефективності проекту для обох варіантів реалізації та вибрати найкращий з варіантів.

Реалізація моделі аналізу ефективності інвестування в Excel. Для реалізації моделі необхідно виконати наступні кроки.

Крок 1. Уводимо вхідні дані задачі.

Вносимо відомі значення інвестицій і ставок дисконтування по варіантах реалізації проекту, а також номери років реалізації проекту і Cash-flow цих років, до комірок та діапазонів з відповідними іменами згідно нижченаведеної таблиці:

Комірка	Значення	Ім'я	Коментар
B4	5000	Інв1	Розмір інвестиції для 1-го варіанту реалізації проекту
C4	5500	Інв2	Розмір інвестиції для 2-го варіанту реалізації проекту
B5	0,13	Дис1	Ставка дисконтування для 1-го варіанту реалізації проекту
C5	0,14	Дис2	Ставка дисконтування для 2-го варіанту реалізації проекту
B8:F8		Роки	Діапазон, що містить номери років реалізації проекту.
B9:F9		CF	Діапазон, що містить вхідні значення Cash-flow по роках проекту

Нагадаємо, що для надання імені комірки слід виділити комірку та внести ім'я у віконце "Імя", що знаходиться ліворуч від панелі "Строка формул". Ім'я має складатися з набору друкованих символів без просвітів. Використання імен дозволяє прискорити введення формул та уникнути помилок при посиланні на комірки, при цьому вміст формул стає більш зрозумілим.. Для використання імені комірки замість її адреси слід вибрати ім'я відповідної комірки зі списку, що викликається клавішею **F3**. Надання імені діапазону комірок виконується аналогічно.

Вхідні дані задачі приведено на рис.2.1.

	А	В	С	Д	Е	Ф
3	Вхідні дані:	Варіант 1	Варіант 2			
4	Початкові інвестиції (I_0)	5000	5500			
5	Ставка дисконту (r)	0,13	0,14			
6						
7	Cash-flow по рокам реалізації:					
8	роки	1	2	3	4	5
9	CF	1000	1800	1600	1700	1000

Рис.2.1. Вхідні дані задачі

Крок 2. Обчислюємо індивідуальні Cash-flow (CF) для кожного з варіантів проекту.

Для цього необхідно врахувати в кожному з варіантів відповідні початкові інвестиції, оскільки первинні інвестиційні кошти також впливають на формування CF. Показник CF проекту з врахуванням первинних інвестицій позначатимемо CF1 (для 1-го варіанту) і CF2 (для 2-го варіанту). Врахування первинних інвестицій відбувається шляхом зменшення значення CF першого року реалізації проекту на суму первинних інвестицій.

Індивідуальні значення CF обох варіантів реалізації заносимо в діапазони комірок з відповідними іменами згідно нижченаведеної таблиці:

Діапазон	Ім'я	Коментар
В12:F12	CF1	CF з урахуванням початкових інвестицій для 1-го варіанту реалізації проекту
В17:F17	CF2	CF з урахуванням початкових інвестицій для 2-го варіанту реалізації проекту

Крок 3. Визначення дисконтовані вартості грошових потоків по роках кожного з варіантів проекту.

Дисконтовані вартості для грошових потоків по варіантах відповідно назвемо PV1 і PV2. Для розрахунку значень PV1 і PV2 необхідно продисконтувати відповідні значення CF1 і CF2 за формулою дисконтування (2.1). Отримані після дисконтування значення PV1 і PV2 для обох варіантів реалізації проекту заносимо у відповідний діапазони комірок з відповідними іменами згідно нижченаведеної таблиці:

Діапазон	Ім'я	Коментар
B13:F132	PV1	Теперішня вартість грошових потоків для 1-го варіанту реалізації проекту
B18:F18	PV2	Теперішня вартість грошових потоків для 2-го варіанту реалізації проекту

Результати розрахунку PV1 і PV2 наведено на рис 2.2, формули для цього розрахунку – на рис 2.3.

Крок 4. Обчислюємо щорічні кумулятивні значення CF і PV, а саме CF_k та PV_k, для обох варіантів проекту.

Нагадаємо, що значення показників CF_k і PV_k для року t обчислюються відповідно за формулами

$$CFk_t = \sum_{k=1}^t CF_k, \quad PVk_t = \sum_{k=1}^t PV_k.$$

Слід зазначити, що значення PV_k останнього року реалізації проекту, за визначенням, дорівнює значенню NPV проекту.

Значення CF_k і PV_k для обох варіантів реалізації проекту заносимо в діапазони комірок з відповідними іменами згідно нижченаведеної таблиці:

Діапазон	Ім'я	Коментар
B14:F14	CFk1	Кумулятивні значення CF на кожний з років реалізації проекту для 1-го варіанту реалізації
B15:F15	PVk2	Кумулятивні значення PV на кожний з років реалізації проекту для 1-го варіанту реалізації
B19:F19	CFk1	Кумулятивні значення CF на кожний з років реалізації проекту для 2-го варіанту реалізації
B20:F20	PVk2	Кумулятивні значення PV на кожний з років реалізації проекту для 2-го варіанту реалізації

Результати розрахунку значень CF_k та PV_k для обох варіантів реалізації проекту наведено на рис.2.3.

	A	B	C	D	E	F
7	Cash-flow по рокам реалізації:					
8	роки	1	2	3	4	5
9	CF	1000	1800	1600	1700	1000
10	Розрахунки:					
11	варіант №1					
12	CF1	-4000	1800	1600	1700	1000
13	PV1	-3540	1410	1109	1043	543
14	CFk1	-4000	-2200	-600	1100	2100
15	PVk1	-3540	-2130	-1021	21	564
16	варіант №2					
17	CF2	-4500	1800	1600	1700	1000
18	PV2	-3947	1385	1080	1007	519
19	CFk2	-4500	-2700	-1100	600	1600
20	PVk2	-3947	-2562	-1482	-476	44

Рис.2.2. Таблиця з розрахунками

	A	B	C	D	E	F
7	Cash-flow по рокам реалізації:					
8	роки	1	2	3	4	5
9	CF	1000	1800	1600	1700	1000
10	Розрахунки:					
11	варіант №1					
12	CF1	=B9-Інв1	=C9	=D9	=E9	=F9
13	PV1	=B12/(1+Дис1)^B8	=C12/(1+Дис1)^C8	=D12/(1+Дис1)^D8	=E12/(1+Дис1)^E8	=F12/(1+Дис1)^F8
14	CFk1	=B12	=C9+B14	=D9+C14	=E9+D14	=F9+E14
15	PVk1	=B13	=C13+B15	=D13+C15	=E13+D15	=F13+E15
16	варіант №2					
17	CF2	=B9-Інв2	=C9	=D9	=E9	=F9
18	PV2	=B17/(1+Дис2)^B8	=C17/(1+Дис2)^C8	=D17/(1+Дис2)^D8	=E17/(1+Дис2)^E8	=F17/(1+Дис2)^F8
19	CFk2	=B17	=C9+B19	=D9+C19	=E9+D19	=F9+E19
20	PVk2	=B18	=C18+B20	=D18+C20	=E18+D20	=F18+E20

Рис.2.3. Вміст комірок таблиці 2.2

Крок 5. Визначення термінів окупності інвестицій графічним методом.

За допомогою "Мастера діаграм" будуємо графіки показників CF_k та PV_k по роках для кожного з варіантів реалізації проекту (рис.2.4). За допомогою графіків визначаємо строки окупності, під якими розуміємо терміни від початку реалізації проекту до моменту, коли відповідні значення показників CF_k і PV_k стають рівними нулю (графіки показників перетинають вісь абсцис).

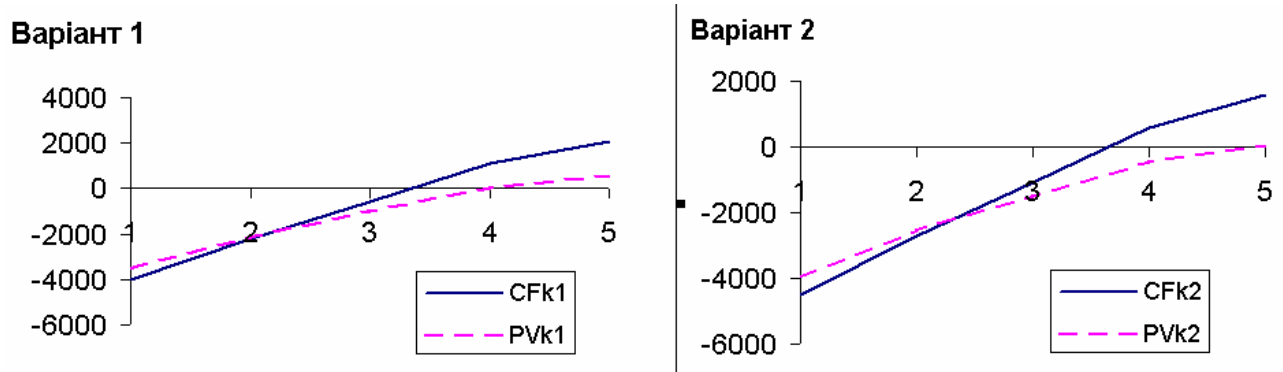


Рис.2.4. Визначення термінів окупності інвестицій графічним методом

Крок 6. Визначення показників ефективності інвестицій (NPV і IRR).

Розрахунок здійснюється за допомогою вбудованих функцій Excel, а саме функцій ЧПС та ВСД:

Синтаксис функції	Функція обчислює
ЧПС(ставка дисконту; діапазон_значень_CF)	NPV
ВСД(діапазон_значень_CF).	IRR, %

Слід зауважити, що при використанні цих функцій діапазон значень CF заповнюється значеннями CF з урахуванням початкових інвестицій.

Результати розрахунків вищезгаданих параметрів наведені на рис.2.5, а відповідний вміст комірок – на рис.2.6.

	A	B	C	D	E
23	Розрахунок критеріїв ефективності інвестицій				
24		Варіант 1	Варіант 2		
25	NPV=	564,12	43,53		
26	IRR=	21%	15%		

Рис.2.5. Розрахунок показників ефективності інвестицій за допомогою вбудованих функцій

	A	B	C
23	Розрахунок критеріїв ефективності інвестицій		
24		Варіант 1	Варіант 2
25	NPV=	=ЧПС(Дис1;CF1)	=ЧПС(Дис2;CF2)
26	IRR=	=ВСД(CF1)	=ВСД(CF2)

Рис.2.6. Вміст комірок таблиці рис.2.5

Нагадаємо, що російськомовним функціям ЧПС і ВСД відповідають англійські NPV і IRR.

Крок 7. Здійснюємо аналіз чутливості NPV від ставки дисконту r .

Аналіз чутливості визначає ступінь впливу зміни ставки дисконту r на поведінку NPV.

На рис 2.7, 2.8. наведено аналіз чутливості NPV від ставки дисконту r для обох варіантів проекту.

	A	B	C	D	E	F
29	Аналіз чутливості NPV від зміни ставки дисконтування					
30	Ставка дисконту	10%	15%	20%	25%	30%
31	NPV (1 варіант)	835	404	64	-205	-419
32	NPV (2 варіант)	381	-31	-352	-605	-804

Рис.2.7. Аналіз чутливості NPV від r

	A	B	C	D	E	F
29	Аналіз чутливості NPV від зміни ставки дисконтування					
30	Ставка дисконту	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
31	NPV (1 варіант)	=ЧПС(B30;CF1)	=ЧПС(C30;CF1)	=ЧПС(D30;CF1)	=ЧПС(E30;CF1)	=ЧПС(F30;CF1)
32	NPV (2 варіант)	=ЧПС(B30;CF2)	=ЧПС(C30;CF2)	=ЧПС(D30;CF2)	=ЧПС(E30;CF2)	=ЧПС(F30;CF2)

Рис. 2.8. Вміст комірок таблиці рис.2.7

На основі отриманих результатів таблиці будується графіки цих залежностей.

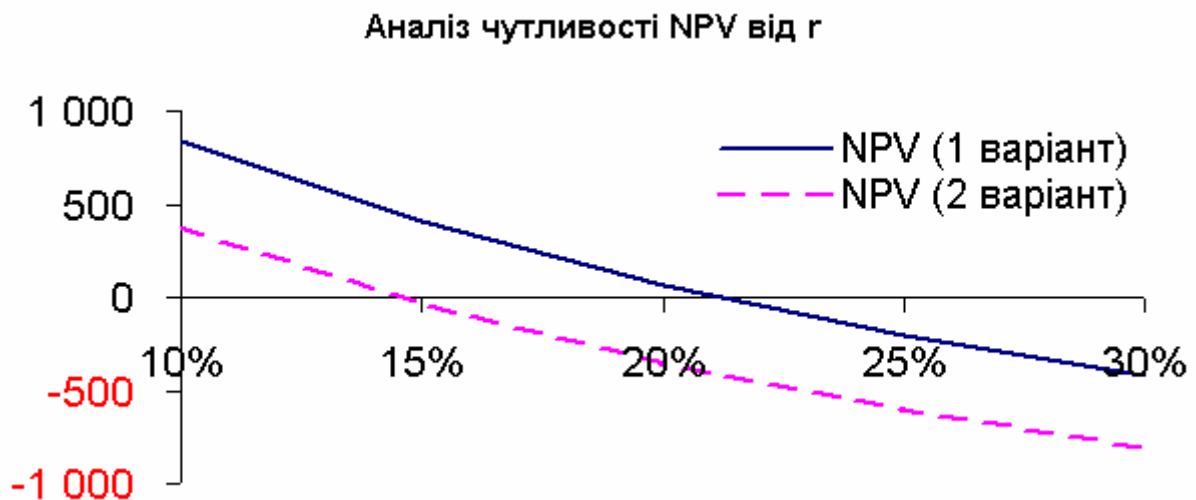


Рис.2.9. Графік залежностей NPV від ставки дисконтування r для обох варіантів проекту.

Із визначення показника IRR маємо можливість знайти його значення графічним методом. Так, з рис.2.9 видно, що значення IRR кожного з варіантів проекту відповідають точкам перетину з віссю абсцис графіків NPV кожного з варіантів (у нашому випадку IRR дорівнює 21% і 15% відповідно для 1-го та 2-го варіанту реалізації).

Узагальнення результатів розрахунків. При виконанні розрахунків для двох варіантів реалізації інвестиційного проекту отримано наступні результати:

Показник	Варіант 1	Варіант 2
NPV	564	44
IRR	21%	15%
Недисконтований строк окупності, років	3,3	3,6
Дисконтований строк окупності, років	4	4,9

Розв'язання задачі в системі комп'ютерної математики MathCad.

Приклад проведення аналізу ефективності інвестиційного проекту за допомогою MathCad наведено нижче:

ORIGIN := 1

Вводимо вхідні дані:

$I_1 := 5000$ $I_2 := 5500$ $r_1 := 0.13$ $r_2 := 0.14$ $n := 5$ $i := 1..n$

$T_i :=$

1
2
3
4
5

$CF_i :=$

1000
1800
1600
1700
1000

Розрахунок 1-го варіанту реалізації проекту

$CF1_i := \text{if}(i = 1, CF_i - I_1, CF_i)$ $CF1kum_i := \text{if}(i = 1, CF1_1, CF1kum_{i-1} + CF1_i)$

$$CF1 = \begin{pmatrix} -4000 \\ 1800 \\ 1600 \\ 1700 \\ 1000 \end{pmatrix}$$

$$CF1kum = \begin{pmatrix} -4000 \\ -2200 \\ -600 \\ 1100 \\ 2100 \end{pmatrix}$$

$$PV1_i := \frac{CF1_i}{(1+r_1)^i}$$

$PV1kum_i := \text{if}(i = 1, PV1_1, PV1kum_{i-1} + PV1_i)$

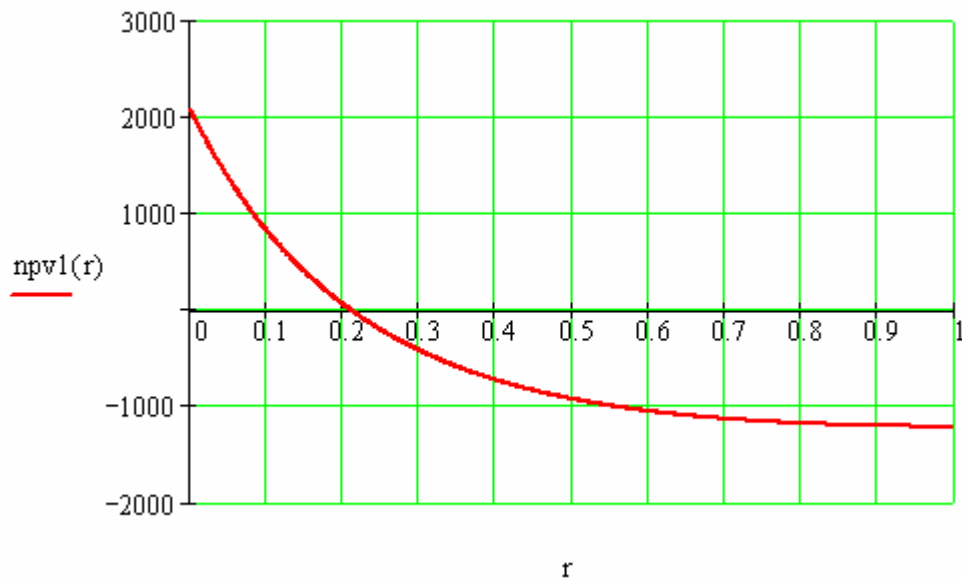
$$PV1 = \begin{pmatrix} -3540 \\ 1410 \\ 1109 \\ 1043 \\ 543 \end{pmatrix}$$

$$PV1kum = \begin{pmatrix} -3540 \\ -2130 \\ -1021 \\ 21 \\ 564 \end{pmatrix}$$

$$\text{NPV1} := \sum_{i=1}^n \frac{\text{CF1}_i}{(1+r_1)^i} \quad \text{NPV1} = 564$$

$$\text{NPV1} := \text{PV1kum}_n \quad \text{NPV1} = 564$$

$$\text{npv1}(r) := \sum_{i=1}^n \frac{\text{CF1}_i}{(1+r)^i} \quad \text{IRR1} := \text{root}(\text{npv1}(r), r, 0, 1) \quad \text{IRR1} = 0.211$$



$$\text{cf1kum}(t) := \text{linterp}(T, \text{CF1kum}, t)$$

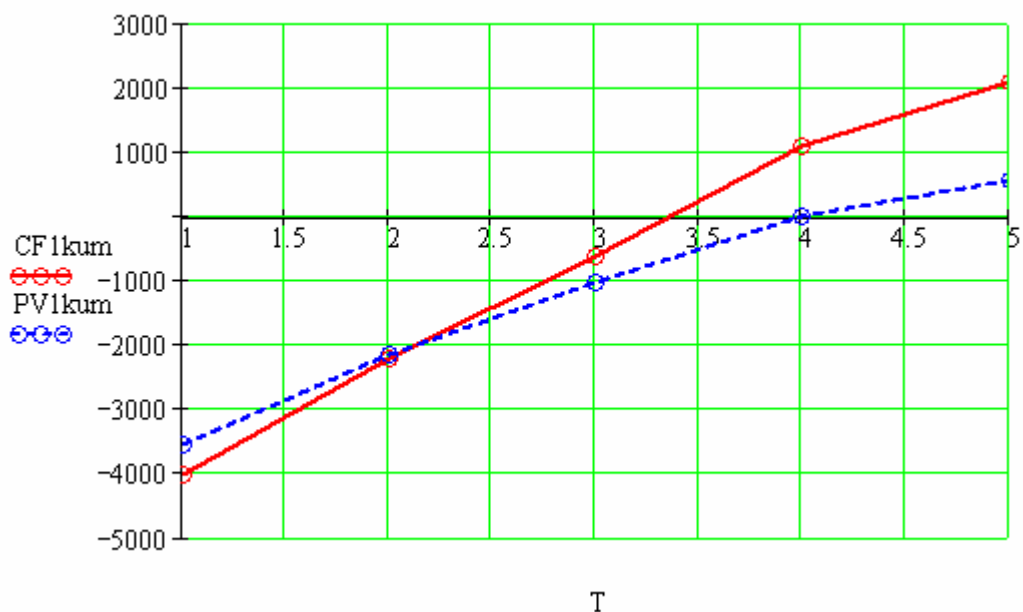
$$\text{pv1kum}(t) := \text{linterp}(T, \text{PV1kum}, t)$$

$$t1_{\text{ok_nodis}} := \text{root}(\text{cf1kum}(t), t, 3, 5)$$

$$t1_{\text{ok_dis}} := \text{root}(\text{pv1kum}(t), t, 3, 5)$$

$$t1_{\text{ok_nodis}} = 3.35$$

$$t1_{\text{ok_dis}} = 3.98$$



Розрахунок 2-го варіанту реалізації проекту

$$CF2_i := \text{if}(i = 1, CF_1 - I_2, CF_i) \quad CF2_{\text{kum}_i} := \text{if}(i = 1, CF2_1, CF2_{\text{kum}_{i-1}} + CF2_i)$$

$$CF2 = \begin{pmatrix} -4500 \\ 1800 \\ 1600 \\ 1700 \\ 1000 \end{pmatrix} \quad CF2_{\text{kum}} = \begin{pmatrix} -4500 \\ -2700 \\ -1100 \\ 600 \\ 1600 \end{pmatrix}$$

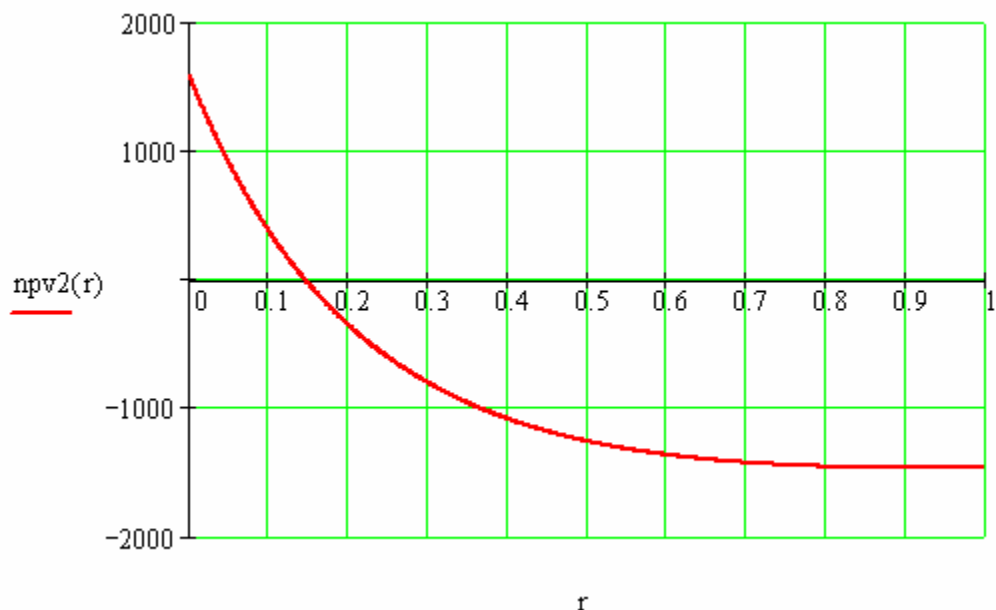
$$PV2_i := \frac{CF2_i}{(1+r_2)^i} \quad PV2_{\text{kum}_i} := \text{if}(i = 1, PV2_1, PV2_{\text{kum}_{i-1}} + PV2_i)$$

$$PV2 = \begin{pmatrix} -3947 \\ 1385 \\ 1080 \\ 1007 \\ 519 \end{pmatrix} \quad PV2_{\text{kum}} = \begin{pmatrix} -3947 \\ -2562 \\ -1482 \\ -476 \\ 44 \end{pmatrix}$$

$$NPV2 := \sum_{i=1}^n \frac{CF2_i}{(1+r_2)^i} \quad NPV2 = 44$$

$$NPV2 := PV2_{\text{kum}_n} \quad NPV2 = 44$$

$$npv2(r) := \sum_{i=1}^n \frac{CF2_i}{(1+r)^i} \quad IRR2 := \text{root}(npv2(r), r, 0, 1) \quad IRR2 = 0.15$$



$$cf2kum(t) := \text{linterp}(T, CF2kum, t)$$

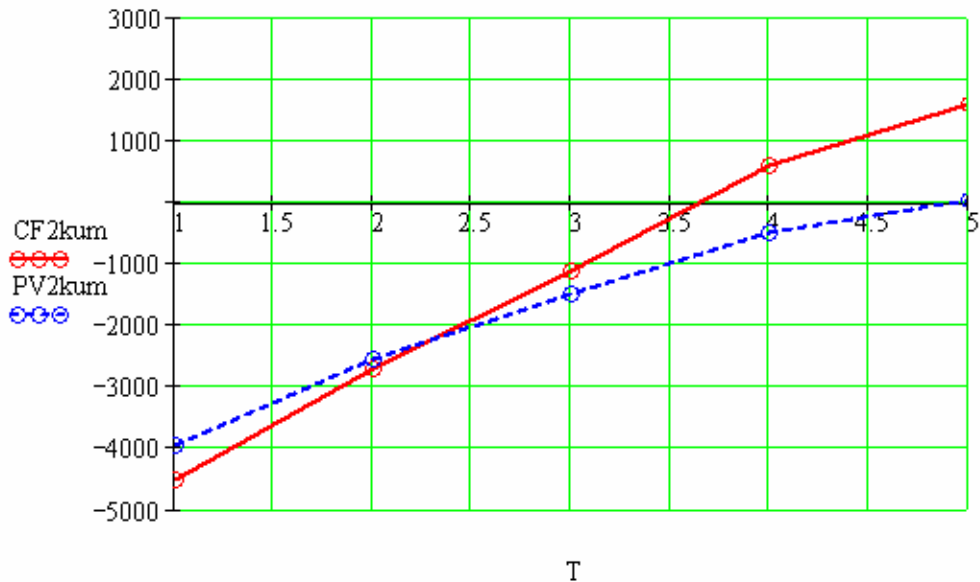
$$pv2kum(t) := \text{linterp}(T, PV2kum, t)$$

$$t2_{ok_nodis} := \text{root}(cf2kum(t), t, 3, 5)$$

$$t2_{ok_dis} := \text{root}(pv2kum(t), t, 3, 5)$$

$$t2_{ok_nodis} = 3.65$$

$$t2_{ok_dis} = 4.92$$



Узагальнення результатів розрахунків

	1 варіант	2 варіант
Значення NPV	NPV1 = 564	NPV2 = 44
Значення IRR	IRR1 = 0.21	IRR2 = 0.15
Строк окупності	$t1_{ok_nodis} = 3.35$	$t2_{ok_nodis} = 3.65$
Строк окупності (дисконтований)	$t1_{ok_dis} = 3.98$	$t2_{ok_dis} = 4.92$

Зверніть увагу, що результати розрахунків, виконаних за допомогою пакетів Excel та MatCad, співпадають.

Аналіз результатів розрахунків. Порівняння альтернативних варіантів проекту здійснюється за допомогою декількох критеріїв ефективності інвестиційних проектів, найбільш вживані з яких наведено в таблиці:

Показник	Критерії ефективності та їх інтерпретація
NPV	Рекомендується до реалізації проект з більшим значенням NPV. NPV – не тільки показник накопичених в результаті реалізації проекту коштів, але також може характеризувати "запас міцності" проекту на випадок, якщо умови реалізації проекту погіршуватимуться.

IRR	<p><i>Рекомендується до реалізації проект з більшим значенням IRR.</i></p> <p>Показник IRR є граничною межею ставки дисконтування, під яку проект може залучати інвестиції: при більшому IRR проект має можливість інвестування під вищі ставки.</p>
PB PB _{dis}	<p><i>Рекомендується до реалізації проект з меншим строком окупності.</i></p> <p>Як правило, в інвестиційному аналізі використовується дисконтований строк окупності. Недисконтований строк окупності застосовується лише при попередній експрес-оцінці. Менший строк окупності коштів більш вигідний інвестору, тому що дозволяє збільшувати прибуток за допомогою реінвестування.</p>

За всіма вищезгаданими критеріями переважає 1-й варіант реалізації проекту, який має більше значення NPV, більше значення IRR та менші терміни окупності інвестицій PB, PB_{dis}. Цей варіант можна рекомендувати до реалізації. 2-й варіант має гірші значення вищеназваних показників ефективності, тому його реалізація менш доцільна. Незважаючи на той факт, що 2-й варіант також прибутковий, слід зазначити, що невелике значення NPV та більший термін окупності визначають невеликий "запас міцності" цього варіанту.

У випадку, якщо результати аналізу варіантів реалізації проекту суперечливі, тобто кожний з варіантів виграє за одним критерієм, але програє за іншим, процедура аналізу дещо ускладнюється. У цьому випадку вибирається єдиний пріоритетний критерій, а інші критерії не розглядаються, але на відповідні цим критеріям показники накладаються обмеження. Обмеження за вищезгаданими показниками можуть мати вигляд: показник NPV повинен бути невід'ємним, що є умовою не збитковості проекту; показник IRR повинен бути більшим за ставку дисконтування, що прийнята на ринку інвестиційних коштів; строк окупності повинен забезпечити окупність проекту в межах терміну його реалізації. Як правило, в якості пріоритетного критерію вибирається критерій порівняння показників NPV варіантів проекту.

Слід зазначити, що наведені вище показники є найбільш поширеними показниками оцінки ефективності інвестицій, але існують і інші показники, що враховують специфічні умови реалізації проекту.

Завдання до розділу

Проаналізувати два варіанти реалізації інвестиційного проекту (вхідні дані представлені в таблицях). Розрахувати показників, NPV IRR та строк окупності по кожному з варіантів реалізації проекту. Зробіть висновок о доцільності реалізації варіантів проекту. Використати приклад розрахунку, наведений в розділі. як приклад виконання роботи.

Вхідні дані по варіантах (частина 1)

Вар	Інвестиції		Ставка дисконту	
	Проект 1	Проект 2	Проект 1	Проект 2
1	11000	9900	0,08	0,2
2	8100	6900	0,09	0,19
3	8200	7300	0,1	0,18
4	5300	5200	0,11	0,17
5	5400	5300	0,12	0,16
6	8500	9500	0,13	0,13
7	11600	15400	0,14	0,14
8	8700	9300	0,15	0,15
9	8800	9200	0,16	0,12
10	8900	9100	0,17	0,11
11	8000	9000	0,18	0,1
12	9100	11100	0,19	0,09
13	8200	9200	0,2	0,08
14	9300	7300	0,08	0,2
15	9400	8740	0,09	0,19
16	9500	8750	0,1	0,18
17	6600	6800	0,11	0,17
18	6700	6200	0,12	0,16
19	8800	9870	0,14	0,13
20	6900	7900	0,14	0,15
21	8500	8000	0,16	0,15
22	5400	5300	0,16	0,12
23	7600	8200	0,17	0,11
24	6900	8300	0,18	0,1
25	9700	9450	0,19	0,09
26	8700	10540	0,2	0,08
27	8600	9400	0,08	0,2
28	7700	8690	0,09	0,19
29	5800	7230	0,1	0,18
30	5900	4700	0,11	0,17

Вхідні дані по варіантах (частина 2)

Вар	Cash-flow по рокам проекту				
	1	2	3	4	5
1	230	5340	3160	2700	3950
2	340	2100	2370	4500	3160
3	240	2380	1580	5400	2370
4	350	2450	790	2700	1580
5	120	3400	0	3540	790
6	170	4500	560	4500	4500
7	210	5400	4500	4320	5400
8	170	2700	4350	3580	2700
9	310	3540	4210	4650	2400
10	320	4500	4070	3270	1500
11	250	4320	3930	3540	600
12	270	3580	3790	4000	3540
13	160	4650	3400	20	4500
14	140	3950	2700	640	4320
15	210	3160	5600	1260	3580
16	270	2370	4500	1880	4650
17	310	1580	3100	2500	3270
18	240	790	2360	3400	3435
19	210	3100	3950	2700	3227
20	230	2100	3160	5600	3450
21	210	4500	2370	4500	600
22	160	2100	1580	3270	1700
23	170	3400	790	4590	3400
24	170	2700	1230	5480	2700
25	310	5600	560	3750	5600
26	320	4500	1200	3500	4500
27	250	5400	3800	200	1300
28	270	2100	3400	4500	3400
29	160	2300	2100	2200	1800
30	140	1800	2600	2700	2000

Розділ 3. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вибір та обґрунтування доцільності реалізації того чи іншого інвестиційного проекту пов'язані з аналізом подій, які відбуватимуться в майбутньому, тобто в розрахунках слід врахувати ризик, пов'язаний з невизначеністю ситуації на ринку інвестицій.

Вплив ризиків на результати інвестиційного процесу обумовлено тим, що критерії оцінки ефективності інвестицій залежать від прогнозованих грошових потоків, які в свою чергу в майбутньому можуть змінюватися (зростати або зменшуватися) в залежності від обставин. Тому фактори ризику мають враховуватися при розрахунках ефективності інвестиційних проектів. Нижче наведено один з методів оцінки ефективності інвестицій в умовах ризику – імітаційне моделювання.

Методика імітаційного моделювання. Під імітаційним моделюванням розуміють проведення серії чисельних експериментів, за допомогою яких можна отримати оцінку ступеню впливу деяких факторів (вхідних даних) на залежні від них показники.

Ефективно використовувати метод імітаційного моделювання можна лише за допомогою комп'ютерів, оскільки реалізація методу потребує значних об'ємів обчислень.

Для кожного експерименту числові значення окремих вхідних параметрів процесу, що розглядається, беруться як випадкові числа з довірчих діапазонів значень цих параметрів, границями яких є мінімальні і максимальні значення відповідних параметрів. Випадкові числа генеруються за допомогою спеціальних програм-функцій – генераторів випадкових чисел. Далі отримані результати аналізуються як статистичні дані.

Постановка задачі. Розглянемо інвестиційний проект з виробництва деякої продукції. Вхідні дані процесу, які є постійними величинами наводяться в табл. 3.1:

Таблиця 3.1

Параметри проекту	Значення
Початкові інвестиції (I), грн.	2000
Постійні витрати (F), грн.	500
Амортизація (A), грн.	100
Норма (ставка) дисконту (r)	0,1
Податок (T)	0,6
Термін реалізації проекту (n), роки	5

Крім того, в процесі попереднього експертного аналізу було визначено три змінні параметри даного проекту та межі їх варіації (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Параметри проекту	Мінімум	Максимум
Змінні витрати на одиницю продукції (V), грн./од.	25	35
Кількість реалізованої продукції (Q), од.	150	300
Ціна за одиницю продукції (P), грн./од.	40	55

Нижче, на основі даних сформульованої задачі проаналізуємо ефективність цього інвестиційного проекту та оцінимо ризик його реалізації за допомогою метода імітаційного моделювання.

Розв'язання задачі в Excel. На робочому листі Excel у відповідні поіменовані комірки вводяться вхідні дані з табл. 3.1:

Комірка	Значення	Ім'я комірки	Пояснення
B3	2000	інвест	Початкові інвестиції
B4	500	пост_витрат	Постійні витрати
B5	100	аморт	Амортизація
D3	0,1	норма	Норма дисконту
D4	0,6	податок	Ставка оподаткування
D5	5	терм	Термін реалізації проекту

Використання імен комірок і діапазонів є зручною можливістю, що надають користувачу електронні таблиці Excel. Ім'я комірки чи діапазону комірок вводиться в полі **Ім'я**, що знаходиться ліворуч на панелі **Строка формул**. Для посилання на поіменовану комірку чи поіменований діапазон достатньо натиснути функціональну клавішу <F3> та вибрати відповідне ім'я у списку, що при цьому з'явиться. Підкреслимо, що посилання на поіменовану комірку чи діапазон комірок з використанням їх імен в формулах є абсолютним посиланням. Це дозволяє прискорити введення формул і запобігти помилок.

Продовжуємо введення вхідних даних для проведення імітаційного моделювання процесу. З таблиці 3.2 вводимо межі варіації ключових параметрів проекту:

Комірка	Значення	Ім'я комірки	Пояснення
B9	25	V_min	змінні витрати на одиницю продукції (мінімум)
B10	150	Q_min	обсяг реалізації продукції (мінімум)
B11	40	P_min	ціна одиниці продукції (мінімум)
C9	35	V_max	змінні витрати на одиницю продукції (максимум)
C10	300	Q_max	обсяг реалізації продукції (максимум)
C11	55	P_max	ціна одиниці продукції (максимум)

Результат введення вхідних даних на робочому листі Excel представлено рис.3.1:

	A	B	C	D
1	Імітаційний аналіз інвестиційних ризиків			
2	Вхідні дані проекту:			
3	Початкові інвестиції (I)	2000	Норма (r)	0,10
4	Постійні витрати (F)	500	Податок (T)	0,6
5	Амортизація (A)	100	Термін (n)	5
6				
7	Вихідні дані експерименту			
8		Мінімум	Максимум	
9	Змінні витрати (V)	25	35	
10	Обсяг реалізації (Q)	150	300	
11	Ціна (P)	40	55	

Рис.3.1. Вхідні дані

Для проведення першого експерименту (першої імітації) згенеруємо випадкові величини змінних параметрів проекту, а саме змінних витрат (V), об'єму реалізації продукції (Q) та ціни (P) в діапазоні комірок A17:C17 (рис.3.2).

Нагадаємо, що генерування значень випадкової величини можна здійснити за допомогою вбудованої функції Excel **СЛУЧМЕЖДУ(p1;p2)**, де параметри p1 і p2 визначають відповідно максимальне та мінімальне значення величини з діапазону її варіації.

Функція **СЛУЧМЕЖДУ** буде переобчислювати значення параметрів після кожного введення або корегування даних на робочому листі. Щоб уникнути цієї незручності, необхідно переключити роботу Excel з режиму автоматичного обчислення в режим ручного обчислення. Для цього виконуємо наступну послідовність команд: **Сервіс – Параметри – Вычисления** та встановлюємо перемикач блоку **Вычисления** в позицію **Вручную**. Після цього Excel буде обчислювати значення формул лише після натискання функціональної клавіші <F9>.

	A	B	C
16	Змінні витрати (V)	Обсяг реалізації (Q)	Ціна (P)
17	30	201	41

Рис.3.2. Результати випробувань

Вміст комірок рис 3.2 наведено на рис.3.3:

	A	B	C
16	Змінні витрати (V)	Обсяг реалізації (Q)	Ціна (P)
17	=СЛУЧМЕЖДУ(V_min;V_max)	=СЛУЧМЕЖДУ(Q_min;Q_max)	=СЛУЧМЕЖДУ(P_min;P_max)

Рис.3.3. Вміст комірок рис 3.2

Далі, в комірку D17 вводимо формулу для обчислення Cash-flow проекту за даними першої імітації. Нагадаємо, що формула Cash-flow проекту має вигляд:

$$CF = (\text{Обсяг реалізації} * (\text{Ціна за одиницю продукції} - \text{Змінні витрати на одиницю продукції})) - \text{Постійні витрати} - \text{Амортизація} * (1 - \text{Податки}) + \text{Амортизація}$$

У комірку E17 вводимо формулу для розрахунку NPV. Припускаючи, що Cash-flow проекту на кожен рік реалізації однаковий, обчислюємо значення NPV за допомогою вбудованої в Excel функції **ПС(ставка; кпер; плт)**, де **ставка** – процентна ставка (норма) дисконту за період; **кпер** – загальне число періодів платежів (у нашому випадку число періодів дорівнює кількості років реалізації, тобто дорівнює 5); **плт** – виплата, яка здійснюється в кожний період і є постійною на весь час виплат (задається як величина CF відповідної імітації, але зі знаком мінус).

Вміст комірок D17 і E17 наведено на рис. 3.4:

	D	E
16	CFt	NPV
17	= $(B17*(C17-A17)-\text{Пост_витрат-аморт})*(1-\text{податок})+\text{аморт}$	= $\text{ПС}(\text{норма; терм; -D17})-\text{інвест}$

Рис.3.4. Формули для розрахунку CF і NPV (вміст комірок D17 і E17)

Таким чином, у діапазоні A17:E17 сформовано математичну модель інвестиційного проекту, яка одночасно є першою імітацією процесу імітаційного моделювання ризику.

Для проведення наступних імітацій слід виконати такі кроки:

1. Задати кількість імітацій, що планується провести, наприклад 500.
2. Визначити номер рядка робочого листа в якій будуть розташовані результати останньої імітації. Наприклад, якщо результати першої імітації знаходяться у 17 рядку, то, відповідно, результати 500-ої імітації будуть знаходитися у 516 рядку.
3. Скопіювати діапазон A17:E17.
4. Встановити курсор у комірку A18 та натиснути функціональну клавішу <F5>, при цьому буде визвано діалогове вікно **Переход**.
5. У діалоговому вікні **Переход** у полі **Ссылка** набрати з клавіатури A516 (адреса першої комірки рядка з результатами останньої імітації, див. крок 2) та, утримуючи клавішу <Shift>, натиснути клавішу <Enter>. В результаті реалізації кроку 5 буде виділено діапазон комірок A17:A516.
6. Натиснути кнопку **Вставить** на панелі Excel **Стандартная** або, утримуючи клавішу <Ctrl>, натиснути клавішу <V>. В результаті реалізації кроку 6 формули діапазону A17:E17 будуть скопійовані у діапазон A18:E516, тобто отримаємо 500 рядків з однаковим вмістом.
7. Натиснути функціональну клавішу <F9> для перерахування формул генерування випадкових значень змінних параметрів всіх імітацій. В

результаті реалізації кроку 7 отримаємо 500 імітацій з різними випадковими значеннями величин Q, P, V.

Наступним етапом після побудови імітаційної моделі процесу інвестування є проведення аналізу результатів експерименту.

Поіменуємо діапазони з отриманими результатами проведеного експерименту:

Діапазон	Ім'я	Пояснення
A17:A516	зм_витр	Діапазон згенерованих значень змінних витрат
B17:B516	кількість	Діапазон згенерованих значень обсягів реалізації
C17:C516	ціна	Діапазон згенерованих значень цін
D17:D516	CF	Діапазон розрахованих Cash-flow
E17:E516	NPV	Діапазон розрахованих значень NPV

Проведемо статистичне дослідження отриманих результатів. Для цього, в кожному з вищенаведених діапазонів обчислюємо наступні статистичні характеристики, розміщуючи їх у відповідних діапазонах:

Характеристика	Діапазон	Формула розрахунку
Середнє значення величини	H9:L9	=СРЗНАЧ(<i>діапазон</i>)
Стандартне відхилення	H10:L10	=СТАНДОТКЛОНП(<i>діапазон</i>)
Коефіцієнт варіації	H11:L11	=СТАНДОТКЛОНП(<i>діапазон</i>)/СРЗНАЧ(<i>діапазон</i>)
Мінімум	H12:L12	=МИН(<i>діапазон</i>)
Максимум	H13:L13	=МАКС(<i>діапазон</i>)

В формулах розрахунку статистичних характеристик замість аргументу *діапазон* вносимо імена відповідних діапазонів згенерованих та розрахованих значень, а саме, діапазони з іменами: *зм_витр*, *кількість*, *ціна*, *CF*, *NPV*. Отримані статистичні характеристики розташовуємо відповідно у діапазонах: H9:L9, H10:L10, H11:L11, H12:L12, H13:L13 (рис.3.5-3.7).

Крім того, для діапазону *NPV* додатково обчислюємо наступні характеристики:

Характеристика	Комірка	Формула розрахунку
Число випадків $NPV < 0$	L14	=СЧЁТЕСЛИ(NPV;"<0")
Загальна сума збитків по всіх імітаціях	L15	=СУММЕСЛИ(NPV;"<0")
Загальна сума доходів по всіх імітаціях	L16	=СУММЕСЛИ(NPV;">0")
Ймовірність появи $NPV < 0$	L17	=ABS(L15)/(ABS(L15)+ABS(L16))

З наведених показників найважливішим є показник "Ймовірність появи $NPV < 0$ ", який визначає ймовірність того, що проект буде збитковим. Цей показник має допомогти інвестору прийняти рішення щодо доцільності інвестування в залежності від його схильності до ризику.

Сума всіх негативних значень NPV (комірка L15) може бути інтерпретована як вартість невизначеності для інвестора у випадку позитивного рішення про інвестування проекту. Аналогічно сума всіх позитивних значень NPV (комірка L16) може трактуватися як вартість невизначеності для інвестора у випадку відхилення проекту.

	G	H	I	J	K	L
7	Характеристики	Змінні витрати (V)	Обсяг реалізації (Q)	Ціна (P)	CFt	NPV
8						
9	Середнє значення	29,950	225,490	47,706	1464,922	3553,208
10	Стандартне відхилення	3,070	43,626	4,635	598,452	2268,603
11	Коефіцієнт варіації	0,102	0,193	0,097	0,409	0,638
12	Мінімум	25,000	150,000	40,000	174,000	-1340,403
13	Максимум	35,000	300,000	55,000	3208,800	10163,877
14	Число випадків $NPV < 0$					16,000
15	Сума збитків					-6008,850
16	Сума доходів					1782613,076
17	Ймовірність появи $NPV < 0$					0,003

Рис.3.5. Статистичний аналіз результатів імітаційного моделювання

	G	H	I
7	Характеристики	Змінні витрати (V)	Обсяг реалізації (Q)
8			
9	Середнє значення	=СРЗНАЧ(зм_витр)	=СРЗНАЧ(кількість)
10	Стандартне відхилення	=СТАНДОТКЛОНП(зм_витр)	=СТАНДОТКЛОНП(кількість)
11	Коефіцієнт варіації	=H10/H9	=I10/I9
12	Мінімум	=МИН(зм_витр)	=МИН(кількість)
13	Максимум	=МАКС(зм_витр)	=МАКС(кількість)

Рис.3.6. Вміст комірок рис.3.5 (початок)

	J	K	L
7	Ціна (P)	CFt	NPV
8			
9	=СРЗНАЧ(ціна)	=СРЗНАЧ(CF)	=СРЗНАЧ(NPV)
10	=СТАНДОТКЛОНП(ціна)	=СТАНДОТКЛОНП(CF)	=СТАНДОТКЛОНП(NPV)
11	=J10/J9	=K10/K9	=L10/L9
12	=МИН(ціна)	=МИН(CF)	=МИН(NPV)
13	=МАКС(ціна)	=МАКС(CF)	=МАКС(NPV)
14			=СЧЁТЕСЛИ(NPV;"<0")
15			=СУММЕСЛИ(NPV;"<0")
16			=СУММЕСЛИ(NPV;">0")
17			=ABS(L15)/(ABS(L15)+ABS(L16))

Рис.3.7. Вміст комірок рис.3.5 (продовження)

На практиці одним з найважливіших етапів аналізу результатів імітаційного експерименту є дослідження взаємозалежності (кореляції) між параметрами

моделі. Коефіцієнт кореляції є безрозмірною величиною, що приймає значення від -1 (характеризує лінійний зворотній взаємозв'язок досліджуваних параметрів) до $+1$ (характеризує лінійний прямий взаємозв'язок досліджуваних параметрів). Для незалежних випадкових величин значення коефіцієнта кореляції прямує до 0.

Для дослідження кореляції між вхідними значеннями та результатами імітаційної моделі проводимо кореляційний аналіз за допомогою інструменту **Корреляція** надбудови Excel **Пакет аналіза**.

Для проведення кореляційного аналізу необхідно (рис.3.8):

1. Активувати інструмент **Корреляція**. Для цього виконуємо наступну послідовність команд: **Сервіс – Аналіз даних – Корреляція**.
2. Ввести у полі **Вхідной інтервал** діапазон A16:E516 (слід задати діапазон, що містить разом заголовки і дані).
3. Вибрати значення перемикача **Групуировка даних**. У нашому випадку слід виконувати групування по стовпчиках.
4. Увімкнути перемикач **Метки в первой строке**, що дозволить мати підписи у таблиці результатів.
5. Ввести у полі **Выходной интервал**, першу комірку діапазону, в який будуть виведені результати кореляційного аналізу. Це може бути пуста комірка на робочому листі (у нашому випадку комірка G19), чи новий робочий лист Excel.

	G	H	I	J	K	L
18	Корреляційний аналіз результатів					
19		<i>Змінні витрати (V)</i>	<i>Обсяг реалізації (Q)</i>	<i>Ціна (P)</i>	<i>CFt</i>	<i>NPV</i>
20	Змінні витрати (V)	1				
21	Обсяг реалізації (Q)	0,006388729	1			
22	Ціна (P)	-0,002680363	-0,006675015	1		
23	CFt	-0,479688951	0,508230818	0,69205579	1	
24	NPV	-0,479688951	0,508230818	0,69205579	1	1

Рис.3.8. Корреляційний аналіз результатів

Побудова гістограми розподілу значень NPV. Проведення аналізу розподілу рядів значень NPV зручно виконати за допомогою графічних можливостей надбудови **Пакет аналіза**, а саме, інструменту **Гистограмма**.

Гістограма – це графік, на осі абсцис якого відкладаються інтервали заданої довжини, а на осі ординат – частоти попадання значень до цих інтервалів.

Для виклику інструменту **Гистограмма** виконуємо наступну послідовність команд: **Сервіс – Аналіз даних – Гистограмма**. У діалозі **Гистограмма** задаємо наступні параметри:

- **Вхідной интервал** – діапазон комірок, що містить значення варіаційного ряду, у нашому випадку це діапазон E17:E516, що містить значення NPV усіх імітацій експерименту.
- **Интервал карманов** – параметр відповідає за розміри інтервалів гістограми. Його значення рекомендується залишати без змін, що дозволить програмі автоматично визначити значення цього параметру.

- **Параметры вывода** – вибираємо місце виводу гістограми. Можливі наступні варіанти: на поточний лист, на інший лист, в іншу книгу. Для безпосереднього виводу гістограми включаємо перемикач **Вывод графика**. Результат побудови гістограми засобами Excel представлено (рис.3.9).

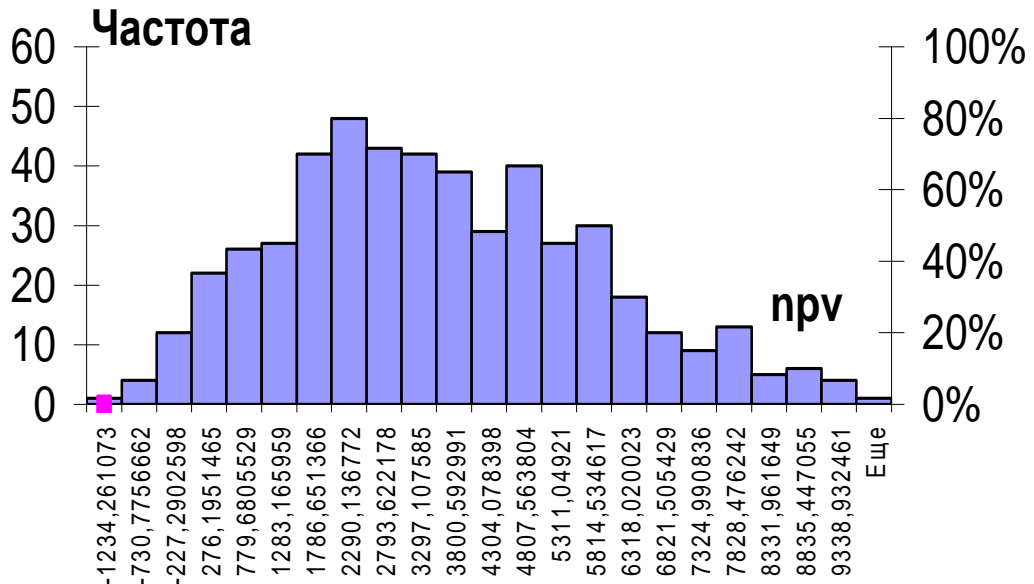


Рис 3.9. Гістограма розподілу значень NPV

Отримана гістограма дозволяє скласти загальне уявлення про закон розподілу значень NPV. Діаграма є графічною інтерпретацією статистичного аналізу результатів імітаційного моделювання: площа діаграми ліворуч нульового значення вісі інтервалів визначає суму усіх можливих від'ємних значень NPV, праворуч нульового значення вісі інтервалів – суму усіх додатних значень NPV.

Неважко помітити, що за результатами імітаційного аналізу ризик проекту достатньо низький. Величина очікуваної (середнє значення) NPV складає 3553. Величина стандартного відхилення 2268 і не перевищує значення NPV. Коефіцієнт варіації (0,638) менше 1, у такий спосіб ризик даного проекту в цілому нижче середнього ризику інвестиційного портфеля фірми. Результати імовірнісного аналізу показують, що шанс одержати негативну величину NPV не перевищує 0,3% (за сумою доходів), та 3% за кількістю випадків негативного NPV.

Розв'яжемо вище сформульовану задачу також за допомогою системи комп'ютерної математики MathCad:

ORIGIN := 1

$I_0 := 2000$ $F := 500$ $A := 100$ $r := 0.1$ $T := 0.6$ $n := 5$

$N := 500$

$V_{\min} := 25$ $V_{\max} := 40$ $Q_{\min} := 150$ $Q_{\max} := 300$ $P_{\min} := 40$ $P_{\max} := 55$

$V := \text{runif}(N, V_{\min}, V_{\max})$ $Q := \text{runif}(N, Q_{\min}, Q_{\max})$ $P := \text{runif}(N, P_{\min}, P_{\max})$

$i := 1..N$ $CF_i := [Q_i \cdot (P_i - V_i) - F - A] \cdot (1 - T) + A$ $NPV_i := \text{pv}(r, n, -CF_i) - I_0$

$S_1 := \sum_i \text{if}(NPV_i < 0, NPV_i, 0)$ $S_2 := \sum_i \text{if}(NPV_i \geq 0, NPV_i, 0)$

$S_1 = -54299.23$

$S_2 = 1373588.612526$

$$K_{\text{risk}} := \frac{|S_1|}{|S_1| + S_2}$$

$K_{\text{risk}} = 0.04393$

$NPV_{\min} := \min(NPV)$

$NPV_{\max} := \max(NPV)$

$NPV_{\min} = -2239.608$

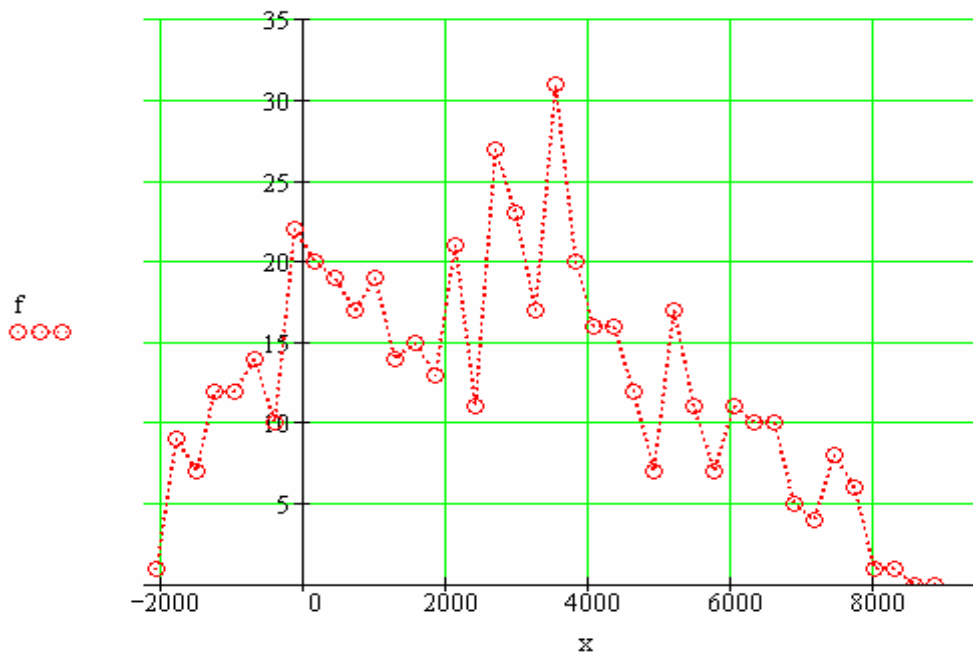
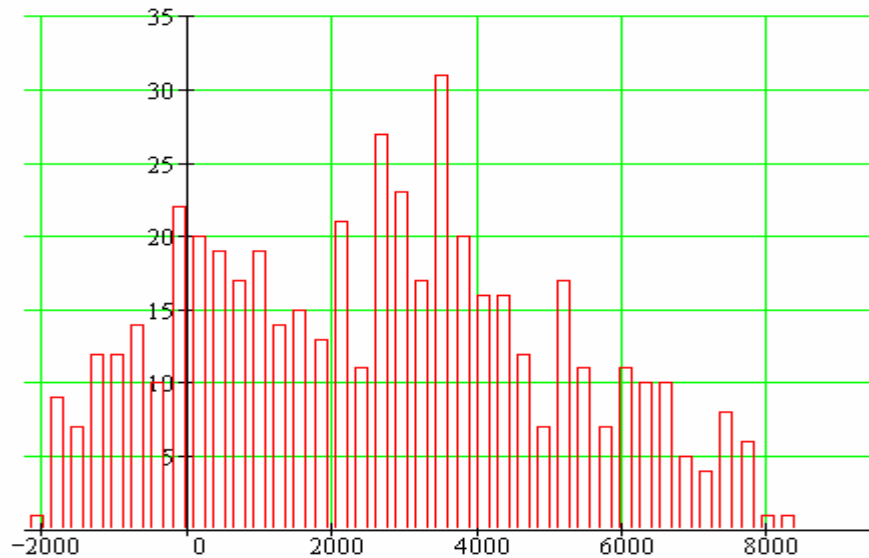
$NPV_{\max} = 9492.456$

Побудова гістограми та полігону NPV

$NPV_{\text{sort}} := \text{sort}(NPV)$ $R := NPV_{\max} - NPV_{\min}$

$$m := \left(1 + \left| \frac{NPV_{\max}}{NPV_{\min}} \right| \right) \cdot \varepsilon \Delta := \frac{R}{m}$$

$j := 1..m$ $x_j := NPV_{\min} + \frac{\Delta}{2} \cdot (2 \cdot j - 1)$ $f := \text{hist}(x, NPV_{\text{sort}})$



Базуючись на приведених результатах імітаційного моделювання можна оцінити доцільність прийняття рішення щодо інвестування проекту.

Обробка результатів імітацій за допомогою методів статистичного аналізу має забезпечити фахівця достатньою інформацією про ступінь впливу змінних факторів на очікувані результати та можливі сценарії розвитку подій.

У даний час імітаційне моделювання є основою для створення нових перспективних технологій прийняття рішень у сфері бізнесу, а розвиток обчислювальної техніки і програмного забезпечення робить цей метод доступним для широкого кола фахівців-практиків.

Завдання до розділу

Побудувати імітаційну модель інвестиційного проекту і проаналізувати доцільність його реалізації в умовах невизначеності. Вхідні дані для розрахунків представлені у таблицях. Використати приклад розрахунку наведений в розділі як приклад виконання роботи. Термін реалізації проекту прийняти рівним 5 рокам, а ставку податку – 25%.

Вхідні дані для розрахунків по варіантам (Частина 1)

Вар №	Початкові інвестиції (I), грн	Постійні витрати (F), грн	Амортизація (A), грн	Норма Дисконту (r)
1	1100	473	97	10%
2	2350	513	110	12%
3	1850	480	101	11%
4	2200	478	101	13%
5	2800	528	89	12%
6	1900	466	111	14%
7	2150	471	101	14%
8	1400	472	124	13%
9	1950	547	96	13%
10	1800	490	120	15%
11	2300	545	97	15%
12	1300	460	95	11%
13	1200	549	82	14%
14	2650	496	94	14%
15	2000	506	124	12%
16	1750	509	123	14%
17	2250	472	76	11%
18	2050	535	119	10%
19	2100	523	75	10%
20	1650	456	123	15%
21	2400	524	79	11%
22	2700	534	119	11%
23	2450	501	113	11%
24	2550	472	121	15%
25	1700	451	91	13%
26	2500	481	121	14%
27	1600	469	80	15%
28	2600	498	76	11%
29	2750	469	113	13%
30	1550	517	93	13%

Вхідні дані для розрахунків по варіантам (Частина 2)

Вар №	Змінні витрати (V), грн/од		Кількість (об'єм) реалізації (Q), од		Ціна (P), грн/од	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	23	41	123	342	39	51
2	23	41	173	349	37	45
3	23	45	121	319	44	54
4	29	42	140	326	41	53
5	30	37	156	307	38	54
6	28	45	149	335	42	53
7	30	43	113	275	41	52
8	29	43	129	290	44	49
9	24	42	193	284	36	47
10	23	44	120	255	43	47
11	25	41	118	343	35	46
12	22	45	195	280	39	48
13	28	43	198	286	38	51
14	21	40	119	279	42	54
15	27	38	148	301	37	47
16	29	36	150	317	42	47
17	26	42	122	289	42	48
18	30	45	169	291	44	47
19	30	43	116	299	40	46
20	24	41	175	253	41	46
21	26	38	145	284	42	50
22	25	37	133	294	41	52
23	28	45	156	289	43	52
24	27	35	144	256	43	46
25	30	38	180	343	38	53
26	26	38	177	260	38	54
27	24	44	126	276	36	51
28	27	37	108	286	41	48
29	30	36	121	338	43	51
30	30	45	142	276	38	47

Список використаних джерел

1. Бернс В., Хавранек П.М. Руководство по оценке эффективности инвестиций: Пер. с англ. переработанное и дополненное издание. М.: АОЗТ «Интерэксперт, «ИНФРА-М», 1995. – 528 с.: табл., граф.
2. Гавриленко В.В., Шумейко О.А. Інформаційні системи інвестиційного аналізу // Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2006, № 11. – С.264-270.
3. Гитман Л., Джанк М. Основы инвестирования. М.: Дело, 1997
4. Дмитриев М. Н., Кошечкин С.А. Количественный анализ риска инвестиционных проектов / <http://www.cfin.ru>
5. Козлов М. Огляд програмних продуктів для розрахунку інвестиційних проектів // <http://www.cfin.ru>
6. Лудченко Я.О. Оцінка економічної ефективності інвестиційних проектів: Навч. посібник: – К.: Ельга Ніка-Центр, 2004. – 208 с.
7. Лудченко Я.А. Компьютерная программа расчета экономико-математической модели инвестиционного проекта методом стохастического моделирования с учетом корреляционных взаимосвязей (разработана в Visual Basic for Microsoft Excel 97.). – К.: НТУ, 2001. - 44 с.
8. Лукаевич И.Я. Имитационное моделирование инвестиционных рисков / <http://www.cfin.ru>
9. Разработка бизнес-приложений в экономике на базе MS Excel / Под общ. ред. к.т.н. А.И.Афоничкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 416 с.
10. Рябих Д. Інвестиційний аналіз. Excel проти спеціалізованих програм // <http://www.cfin.ru>
11. Шумейко О.А. Основні показники економічної ефективності інвестиційних проектів на залізничному транспорті // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. Збірник наукових праць. Випуск 11. - К.: МННЦ ІТіС, 2006. - С.92-100.

Предметний покажчик

Cash-flow(CF)	13, 30
COMFAR	6,7
FOCCAL	6
Net Present Value (NPV)	13
Payback Period (PB)	13
Present Value (PV)	13
Project Expert	6, 8
PROPSPIN	6
Альт-Инвест	6, 10
ВСД	18
Internal Rate of Return (IRR)	13
Імітаційне моделювання	27
Кореляція	33
спеціалізовані програми	5
ТЭО-ИНВЕСТ	6
універсальні інформаційні системи	5
ЧПС	18