

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет економіки та підприємництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики

к.е.н., доцент _____ Потапова Н.А.

« ____ » _____ 2020 р.

Лись Максим Сергійович

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ТА ВИБОРУ ІННОВАЦІЙНО-
ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

051 – ДР. 324 М 04.11.2019

Робота на здобуття другого (магістерського)
освітнього ступеню

Науковий керівник
д.е.н., професор кафедри
комп'ютерних наук та
економічної кібернетики
Коляденко Світлана Василівна

ВІННИЦЯ – 2020

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет економіки та підприємництва
Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»
Спеціальність 051 «Економіка»
Спеціалізація «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
 д.е.н., професор **Коляденко С.В.**
 “ 04 ” листопада 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Лисю Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Математичні моделі аналізу та вибору інноваційно-інвестиційних проектів»

керівник проекту (роботи) Коляденко Світлана Василівна, д.е.н., професор кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики

затверджені наказом вищого навчального закладу від “04” листопада 2019 р. № 324 м

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): фінансова та статистична звітність Держстату України за 2010-2019 роки; монографії та наукові публікації; нормативно-законодавчі документи; Інтернет-джерела

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): програмну реалізацію розв'язування задачі вибору портфеля інвестицій, використовуючи: інструкцію по роботі з програмою, опис програми та її тестування

5. Перелік графічного матеріалу: рисунки, таблиці

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
1	<i>Вступ. Розділ 1. Теоретичних аспектів інвестиційно-інноваційної діяльності підприємства</i>	25.08.2020 р.
2	<i>Розділ 2. Задача вибору оптимального інвестиційного портфеля</i>	15.09.2020 р.
3	<i>Розділ 3. Програмна реалізації розв'язування задачі вибору портфеля інвестицій</i>	13.10.2020 р.
4	<i>Висновки та пропозиції, список використаних джерел, додатки</i>	05.11.2020 р.

Дата видачі завдання 04 листопада 2019 р.

Студент _____ Лись М. С.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Коляденко С. В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	9
1.1. Інноваційно-інвестиційна діяльність і її роль у забезпеченні конкурентоздатності підприємства в ринкових умовах	9
1.2 Сучасний стан фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств України	14
1.3. Економіко-математичне моделювання та систематизація теоретико-методичних підходів до фінансування інноваційної діяльності підприємства	22
РОЗДІЛ 2. ЗАДАЧА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ	37
2.1. Математичні моделі інноваційно-інвестиційного проектування	37
2.2. Формулювання задачі вибору оптимального інвестиційного портфелю	45
2.3. Розв'язування задачі вибору оптимального інверсійного портфеля методом Монте-Карло	49
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ПОРТФЕЛЯ ІНВЕСТИЦІЙ	61
3.1. Інструкція по роботі з програмою	61
3.2. Опис програми	68
3.3. Тестування програми	79
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93
ДОДАТКИ	102

АНОТАЦІЯ

Лись М.С. Математичні моделі аналізу та вибору інноваційно-інвестиційних проектів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Магістерська робота: загальний обсяг роботи 93 сторінки, 59 рисунків, 7 таблиць, 95 джерел літератури, додатки.

У першому розділі дипломної роботи розглянуто питання вивчення теоретичних аспектів інвестиційно-інноваційної діяльності підприємства. питання інноваційно-інвестиційної діяльності і її роль у забезпеченні конкурентоздатності підприємства в ринкових умовах; сучасного стану фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств України; економіко-математичне моделювання та систематизація теоретико-методичних підходів до фінансування інноваційної діяльності підприємства.

У другому розділі роботи досліджується задача вибору оптимального інвестиційного портфеля: зокрема, математичні моделі інноваційно-інвестиційного проектування; формулювання задачі вибору оптимального інвестиційного портфелю та розв'язування задачі вибору оптимального інвестиційного портфеля методом Монте-Карло.

Третій розділ магістерської роботи присвячений розробці програмної реалізації розв'язування задачі вибору портфеля інвестицій, використовуючи: інструкцію по роботі з програмою, опис програми та її тестування.

Інформаційну основу досліджень становлять законодавчі та нормативно-правові акти, статистичні довідники, монографії, наукові періодичні видання та матеріали науково-практичних конференцій. На основі дослідження зроблені висновки та пропозиції.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, МОДЕЛЬ, АНАЛІЗ, ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

ВСТУП

Стійкий розвиток та ефективність функціонування сучасного підприємства, як і суспільства в цілому, не можливі без активізації інноваційно-інвестиційної діяльності. У мінливих і нестабільних умовах сьогодення інноваційно-інвестиційна діяльність будь-якого суб'єкта господарювання являє собою те джерело конкурентних переваг, завдяки розумному використанню якого створюються конкурентоздатні новітні та наукоємні товари й послуги в різних секторах економіки. Інновації в промисловості – рушійна сила економічного зростання в посткризовий період, оскільки стимулює виникнення нових потреб і відповідно нової продукції, знижуючи виробничу собівартість, активізуючи приток інвестицій, посилюючи потенціал підприємства, підвищуючи імідж фірм і інноваційно-активних територій, відкриваючи нові ринкові ніші як на національному, так і міжнародному рівні.

Найважливішим завданням сучасної інноваційної політики є активізація інвестиційно-інноваційної діяльності та створення цілісної системи її фінансового забезпечення, яка має ґрунтуватися на широкомасштабному залученні та максимально ефективному використанні фінансових ресурсів із різноманітними джерелами походження. Інноваційна діяльність – достатньо капіталоемний процес, який ставить перед підприємством задачу постійного пошуку джерел фінансового забезпечення та побудови оптимальної структури капіталу.

У процесі інвестиційної діяльності інвестор неминує стикається з ситуацією вибору об'єктів інвестування з різними інвестиційними характеристиками для найбільш повного досягнення поставлених перед собою цілей. Більшість інвесторів при розміщенні коштів вибирають кілька об'єктів інвестування, формуючи таким чином їх певну сукупність. Цілеспрямований підбір таких об'єктів являє собою процес формування інвестиційного портфеля.

У всьому світі в цій царині науки ведуться інтенсивні дослідження, постійно створюються програмні системи для автоматизації задач управління інвестиційними проектами [47, 67]. В літературі розглядаються переважно організаційно-фінансові аспекти інвестиційних проектів на рівні словесних і простіших математичних моделей. Технології, ефективність виробництва та інвестицій - все це вважається заданими постійними параметрами. Проблеми, що виникають в разі урахування динаміки та зв'язків цих параметрів аналізуються рідко [67].

Моделювання та оптимізація інвестиційних проектів — комплексна задача, що вимагає комплексного системного підходу. Серед потоку робіт з моделювання і оптимізації найпродуктивнішими є роботи-першоджерела, такі як роботи Р. Акоффа, Дж. Форрестера, Н. Моїсєєва, П. Самуельсона, Г. Марковіца, та ін. Особливістю цих робіт є те, що вони витримали перевірку часом. Особливо слід виділити роботи Р. Белмана з теорії процесів управління, де показані шляхи розв'язання певних класів задач [8]. Ці роботи написані 50 років тому. На цьому теоретичному фундаменті з ефективним використанням можливостей сучасних комп'ютерів можна розробити необхідні для практиків системи моделювання та оптимізації інвестиційних проектів. На базі математичних моделей і методів Р. Белмана сьогодні відносно легко створити робочі моделі оптимальних процесів для навчання і підтримки рішень [10, 11, 79].

Основне завдання портфельного інвестування - поліпшити умови інвестування, додавши сукупності цінних паперів такі інвестиційні характеристики, які недосяжні з позиції окремо взятого цінного паперу, і можливі тільки при їх комбінації.

Тільки в процесі формування портфеля досягається нова інвестиційна якість із заданими характеристиками. Таким чином, портфель цінних паперів є тим інструментом, за допомогою якого інвестору забезпечується необхідна стійкість доходу при мінімальному ризику.

Вирішенню теоретичних і методологічних завдань інноваційно-

інвестиційної діяльності присвячені праці багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, проте, науково-методичні підходи до управління фінансуванням інноваційної діяльності підприємства потребують подальшого розвитку, спрямованого на удосконалення організаційно-економічних методів менеджменту, враховуючи особливості національної та регіональної економіки в нестабільних умовах сьогодення.

Об'єкт дослідження. Процес аналізу формування оптимального портфелю інноваційних проектів з використанням наближених методів моделювання

Предмет дослідження. Аналіз економічної ефективності економічних проектів та оптимального портфелю із врахуванням оптимізації

Методами дослідження є економіко-математичні моделі, методи математичного аналізу, фінансового аналізу.

Мета роботи - забезпечення реалізації інвестиційної стратегії підприємства шляхом відбору найбільш ефективних і безпечних інвестиційних проектів і фінансових інструментів.

Досягнення поставленої мети обумовлює виконання наступних завдань дослідження:

- 1) дослідити вплив управління інноваційно-інвестиційною діяльністю підприємства на економічну ефективність його функціонування;
- 2) провести аналіз фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств України;
- 3) узагальнити та систематизувати теоретико-методичні підходи до фінансування інноваційної діяльності підприємства з урахуванням міжнародного досвіду розвинених країн світу;
- 4) розвинути теоретико-методичні положення концепції управління фінансуванням інноваційно-інвестиційної діяльності;
- 5) розробити механізм управління фінансовим забезпеченням інноваційно-інвестиційної діяльності підприємства.
- 6) вивчення методології динамічного програмування і проведення

автоматизації розподілу інвестицій

- 7) дослідити поняття інвестиційного портфелю підприємства та його формування;
- 8) обґрунтувати багатомірний підхід до проектування інноваційно-інвестиційних проектів, що орієнтований на розробку моделей та процедур обґрунтування інвестиційних рішень, оптимізацію інвестиційних портфелів і параметрів моделей проектів;
- 9) розглянути методи управління ризиками;
- 10) вивчити етапи формування інвестиційного портфеля;
- 11) дослідити економіко-математичний інструментарій інноваційної діяльності підприємства;
- 12) здійснити огляд задач вибору портфеля цінних паперів та їх моделей.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці програми та практичних рекомендацій щодо оптимізації підприємством портфелю інвестиційних проектів.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що налічує 95 найменувань та додатків. Обсяг основного тексту роботи становить 93 сторінки, містить 7 таблиць та 59 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Інноваційно-інвестиційна діяльність і її роль у забезпеченні конкурентоздатності підприємства в ринкових умовах

В умовах посилення ринкових трансформацій, глобалізаційних й інтеграційних процесів в Україні першочерговим завданням державної стратегії економічно-соціального розвитку є формування та утримання конкурентної позиції на міжнародних ринках капіталу для забезпечення фінансової безпеки та стабільності країни. Рушійною силою даного процесу виступає інноваційно-інвестиційна діяльність, яка забезпечує своєчасну адаптацію національної економіки до змін ринкового середовища та досягнення конкурентних переваг. При цьому вихід країни на інноваційний етап розвитку неможливий без відповідної переорієнтації на рівні підприємства.

Тематика, яка пов'язана із сучасним станом залучення інвестицій у різні сектори економіки, в тому числі і в інновації, досліджується багатьма науковцями. Так, Калетнік Г.М. досліджував інноваційні платформи організації науково-дискусійних майданчиків у контексті євроінтеграційного розвитку аграрної економіки та окреслював рекомендації з розроблення дорожньої інвестиційної карти розвитку аграрного району [43, 44].

Балахонова О.В. та Гріщенко І. В. в статті [4] вказують на те, що особливу увагу необхідно приділяти дослідженню основних форм фінансового-забезпечення інвестиційно-інноваційної діяльності підприємств: державному фінансуванню; фінансуванню за рахунок позикових коштів; фінансуванню за рахунок власних фінансових ресурсів суб'єктів господарювання.

Як вказує у своїй статті Хаєцька О.П. [84], стан міжнародної інвестиційної привабливості на сучасному етапі не відповідає необхідному

відтворювальному рівню, індекс інвестиційної привабливості України у першому півріччі 2020 року є найнижчим з 2015 року, тому потрібно вживати необхідних заходів та змінювати тактику стосовно залучення іноземних капіталів. Тільки за ефективної інвестиційної політики, вдосконалення чинного законодавства та судової системи, реалізації економічних та адміністративних реформ, а також ефективної боротьби з корупцією та детінізацією економіки країна зможе покращити інвестиційну привабливість та активізувати роботу із залучення іноземних інвесторів. Стосовно галузевих пріоритетів, то більшість інвесторів інвестують у галузі переробної промисловості, оптової та роздрібною торгівлі нових товарів, де представлено великий асортимент, швидко окупаються витрати та невисокі комерційні ризики. Тому необхідно здійснювати регулярну роботу щодо розробки програм, стратегій, інвестиційних проєктів з урахуванням об'єктивно сформованої стратегії у цих галузях. Також ефективними є галузі, які не потребують довгострокових капіталовкладень і освоєння нових технологій, зокрема фінансовий сектор та сектор нерухомості.

В іншій роботі Брояка А. А. та Хаєцька О. П. [12] концентрують увагу на тому, що необхідно застосовувати державне регулювання з відповідними важелями впливу, посилювати фінансово-кредитну підтримку та стимулювання інноваційно-активних підприємств, впроваджувати механізми державно-приватного партнерства. Бюджетне фінансування, державні дотації, збільшення обсягів довгострокового пільгового кредитування, спрощене оподаткування, застосування фінансового лізингу нададуть підприємствам харчового сектору впевненості, стабільності розвитку, можливості запровадження та нарощування інноваційних видів продукції.

Проблемам підвищення ефективності інвестування приділяють увагу значна кількість учених, зокрема Киш Л. М. у статті [46] вказує, що при розгляді інвестицій у сільське господарство слід відмітити, що існують різні типи інвесторів, що працюють у сільському господарстві та його ланцюгах вартості. Ці інвестори мають різні цілі та ролі. Крім того, існує безліч джерел

фінансування для інвестицій, і всі джерела не є рівномірно доступними для всіх інвесторів. Аналіз діяльності аграрних холдингів та стан залучення ними інвестицій дозволяє стверджувати, що фінансування аграрних проектів, доступ до світових фондових бірж та випуск єврооблігацій, відіграють важливу, а іноді і вирішальну роль у великому інвестиційному процесі. Водночас, все це в основному доступно для великих суб'єктів господарювання і транснаціональних корпорацій. Відсутність інституційної системи державної фінансової підтримки аграрного сектора в Україні, а саме дрібних товаровиробників, значно знижує конкурентоспроможність вітчизняної сільськогосподарської продукції.

Потапова Н. А. пише, що проведені нею дослідження підтвердили існування прямого взаємозв'язку між технологіями та інноваційною діяльністю з соціально-економічним розвитком. Специфічність інноваційного розвитку визначається рівнем економічного розвитку держав. В основу реалізації інноваційних можливостей покладено інноваційну політику, яка має проводитись на засадах тісної взаємодії та партнерства. Інноваційна направленість логістики зумовлена утворенням вартості у ланцюгах, що функціонують для задоволення та обслуговування клієнта і ґрунтуються на креативності ідей та стратегічному спрямуванні в інноваційному розвитку. Утримання траєкторії стійкого інноваційного розвитку залежить від оптимального портфеля фінансування, розподіл якого повинен визначитись пріоритетністю проектів та джерел фінансування [77].

Сьогодні найбільш популярними виробничими технологіями вважають автоматизоване проектування та конструювання, локальну мережу для проектування та виробництва, виготовлення продукції кінцевої форми, гнучкі виробничі системи, комп'ютери для здійснення контролю в цеху та програмовані логічні контролери. Проте, в Україні переважна більшість підприємств використовує тільки одну технологію з наведених вище, і лише близько 3-4% суб'єктів господарювання – три й більше. При цьому частка підприємств, котрі впроваджують інновації становить приблизно 11%.

В результаті проведеного статистичного спостереження за даними Державного комітету статистики України було визначено, що дефіцит і нерозвиненість сучасних форм фінансування є головним фактором, що стримує процес впровадження новітніх технологій і досягнень науково-технічного розвитку (у 44% випадків). Аналогічний ефект чинять і такі чинники, як відсутність адекватного організаційно-правового механізму (5,2%), нездатність менеджерів різних рівнів побачити вигоду й оцінити майбутню ефективність від реалізації інноваційних проектів (4,9%), недостатнє залучення науково-технічної підтримки ззовні (4,2%), низька кваліфікація персоналу (3,4%) та ін. [64]. Так, у 2018 році лише 13,8% промислових підприємств впроваджували інновації, було освоєно 663 вид нової техніки, впроваджено 2043 нових технологічних процеси, у тому числі 479 ресурсозберігаючих [81, с. 325]. У результаті подібної тенденції слабшають конкурентні позиції вітчизняних підприємств – виробників різноманітних товарів і послуг, і відповідно зменшуються зайняті частки на міжнародному ринку.

Незважаючи на прийняття таких державних нормативно-правових актів, як Закон України «Про інноваційну діяльність» [34], Закон України «Про інвестиційну діяльність» [33], Закон України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» [36], Закон України «Про інститути спільного інвестування (пайові та корпоративні інвестиційні фонди)» [35], Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку та умов надання у 2010 році державних гарантій щодо виконання боргових зобов'язань за запозиченнями суб'єктів господарювання державного сектору економіки, залученими для фінансування інвестиційних, інноваційних, інфраструктурних та інших проектів розвитку, які мають стратегічне значення та реалізація яких сприятиме розвитку економіки України, в тому числі імпортозамінних і експортоорієнтованих галузей» [75] та ін., низка проблем стосовно забезпечення та стимулювання інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств залишається не вирішеною до сьогоднішнього дня.

Визначені положення Програми розвитку інвестиційної діяльності ще на 2002-2010 роки стосовно розвитку фондового ринку такі, як проведення сприятливої політики оподаткування на фондовому ринку України, удосконалення системи обліку, розрахунків та звітності учасників фондового ринку, забезпечення прозорості діяльності інститутів спільного інвестування, розроблення механізму страхування учасників ринку цінних паперів, залучення інвестицій у наукову, науково-технічну та інноваційну діяльність та ін. на практиці не працюють [76]. Крім того, відповідно до Закону України «Про інноваційну діяльність» до основних елементів інноваційної інфраструктури відносяться державні інноваційні фінансово-кредитні установи, венчурні компанії та фонди, консалтингові фірми та інші установи [34]. При цьому згідно Закону України «Про фінансові послуги та державне регулювання ринку фінансових послуг» до останніх відносять випуск платіжних документів, залучення фінансових активів із зобов'язанням щодо наступного їх повернення, послуги у сфері страхування, торгівля цінними паперами, професійна діяльність з управління активами інститутами спільного інвестування та ін. [38]. Проте сьогодні в процесі фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційної діяльності кредити, страхування чи популярне в розвинених європейських країнах венчурне фінансування використовується недостатньо.

Для підсилення інноваційної активності та інноваційно-інвестиційної привабливості урядом була розроблена Стратегія інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів, результатами реалізації якої мають стати: утвердження інноваційної моделі економічного й соціального розвитку України; підвищення ефективності використання інтелектуального потенціалу країни; посилення конкурентоспроможності національної економіки; досягнення стабільного сталого розвитку й покращення добробуту громадян. Проте інноваційні процеси в економіці не набули вагомих масштабів, а кількість підприємств, що впроваджують інновації, продовжує зменшуватися з кожним роком (зараз їх частка становить

12–14%, що менше в 3–4 рази, ніж в інноваційно-розвинутих країнах), тому головна мета Стратегії має конкретне кількісне визначення: підвищити до 2020 року вплив інновацій на економічне зростання України в 1,5–2 рази [74].

Слід відмітити, що сьогодні в Україні державна підтримка спрямовується переважно до галузей нижчих технологічних укладів (близько 70% бюджетних коштів, у т.ч. у паливну промисловість і чорну металургію – понад 50%), яким надаються податкові пільги та переваги цінового регулювання. При цьому виробництво наукомісткої продукції фактично згорнулося: в електронній галузі – скоротилося більш, ніж у 100 разів, у машинобудуванні – у 3 рази, у приладобудуванні та електротехнічній галузі — у 1,5 рази [1]. За таких умов очевидним є формування й закріплення в Україні низькотехнологічної моделі економіки, яка за своїми базовими властивостями не потребує інновацій, не передбачає інвестицій у людський капітал, не формує внутрішній платоспроможний попит на інноваційну продукцію й не створює належних стимулів до інноваційної діяльності, а конкурентоспроможність вітчизняних підприємств на зовнішньому ринку забезпечується винятково дешевою робочою силою.

Отже, стримуючий вплив на інноваційну активність підприємств чинить, перш за все, незавершене, позбавлене системного підходу формування нормативно-правової бази наукової та науково-технічної діяльності, що підтверджує відсутність цілеспрямованої й послідовної державної політики в даній сфері. Так, існує неузгодженість термінології в чинних законодавчих актів, яка зумовлює можливість різного трактування закону та викривлення статистичної звітності. Окремою проблемою є недотримання чинного законодавства та недієздатність судової системи в контексті відновлення порушених прав суб'єктів інноваційного процесу.

1.2 Сучасний стан фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств України

Офіційні показники економічного розвитку України за роки

незалежності, недостатнє фінансування вітчизняної науки та передових технологій свідчать про «відсталість» інноваційної сфери в порівнянні з розвиненими країнами світу. Якщо в провідних європейських країнах та США стрімкий бум інновацій розпочався приблизно в середині ХХ століття, в Росії – з 1990 р., в Білорусі – з 1992 р., то в Україні – лише з 2000 р. [55]. При цьому питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП України становить близько 0,95% , що менше аналогічного показника в Росії на 0,33% [13]. Аналіз структури наукових і науково-дослідних робіт (рис. 1.1) за 2018 рік свідчить, що питома вага науково-технічних послуг становить лише 9,7%, а прикладних досліджень – 17,9%.

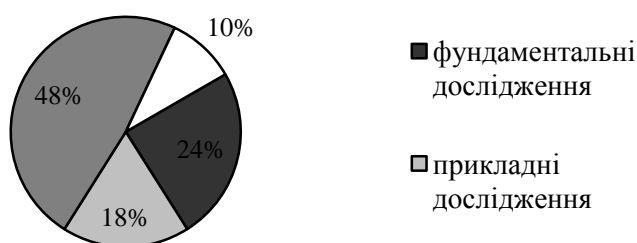


Рис. 1.1. Виконані наукові та науково-технічні роботи в 2018 р.
Джерело: [81]

За даними показниками інноваційної діяльності Україна відстає в 2-2,5 рази від економічно розвинених країн світу, у яких уряд і власне успішні підприємства знаходять можливості для фінансування достатньої кількості прикладних досліджень й активного надання науково-технічних послуг.

Якщо проаналізувати динаміку інноваційно-інвестиційної активності промислових підприємств України за останні декілька десятиліть, то ми бачимо, що отримані результати свідчать, що в Україні, починаючи з 2007 року, під впливом світової фінансової кризи та внутрішніх факторів (політична та економічна нестабільність) склалася тенденція до зниження питомої ваги підприємств, які впроваджують інновації, і питомої ваги реалізованої інноваційної продукції.

Очевидним є значний технологічний розрив між діяльністю промислових підприємств України та розвинених країн світу, однією з причин

якого є той факт, що переважна більшість із них працює на застарілому обладнанні. Так, рівень зношення основних виробничих фондів у промисловості становить близько 54%, зокрема, в машинобудуванні – 57% (при зношенні машин й устаткування на рівні 71,4%) [85]. До інших факторів, які стримують інноваційно-інвестиційну діяльність підприємств України слід віднести дефіцит власних фінансових ресурсів підприємств для фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційних потреб; зменшення бюджетного фінансування та державної підтримки; дефіцит, недостатній досвід використання та нерозвиненість альтернативних джерел фінансового забезпечення; відсутність чіткого механізму вибору ефективного портфелю джерел фінансування та побудови оптимальної структури капіталу; недостатня кваліфікованість персоналу та нерозвиненість стратегічного мислення в менеджерів вищих рівнів, відсутність інноваційно-інвестиційної стратегії підприємств та ін.

Сказане вище дає можливість визначити законодавчу базу інноваційного розвитку України як недосконалу на фоні невідповідності деяких законів сучасним умовам господарювання та неефективності прийнятих державних програм, зокрема, у статті 6 Законі України «Про інноваційну діяльність» представлені такі завдання держави у сфері регулювання інноваційної діяльності, як фінансова підтримка виконання інноваційних проектів, стимулювання комерційних банків та інших фінансово-кредитних установ, що кредитують виконання інноваційних проектів, і встановлення пільгового оподаткування суб'єктів інноваційної діяльності. У той же час реальні механізми вирішення даних задач зазначені лише для пункту «фінансова підтримка», при чому за рахунок виключно коштів Державного бюджету та місцевих бюджетів України:

- 1) повне безвідсоткове кредитування пріоритетних інноваційних проектів;

- 2) часткове (до 50 %) безвідсоткове кредитування інноваційних проектів за умови залучення до фінансування проекту решти необхідних коштів

виконавця проекту і (або) інших суб'єктів інноваційної діяльності;

3) повна чи часткова компенсація відсотків, сплачених суб'єктами інноваційної діяльності комерційним банкам та іншим фінансово-кредитним установам за кредитування інноваційних проектів;

4) надання державних гарантій комерційним банкам, що здійснюють кредитування пріоритетних інноваційних проектів;

5) майнове страхування реалізації інноваційних проектів у страховиків відповідно до Закону України «Про страхування» [37].

За таких умов ні промислові, ні сільськогосподарські підприємства України не можуть досягнути достатнього рівня інноваційного розвитку й інвестиційної привабливості. У даному контексті доцільно звернутися до світового досвіду, оскільки в розвинених країнах світу вже тривалий час пріоритетним напрямом державної фінансової концепції є пільгова податкова та амортизаційна політика як засіб стимулювання та підтримки інноваційного розвитку. Так, у США, Японії, Франції, Канаді та Швеції видатки на науково-дослідні та дослідницько-конструкторські роботи вираховуються з оподаткованого доходу. У Німеччині поширена практика перерахування прибутку підприємств у численні власні резервні фонди, які не обкладаються податками [39]. У Японії підприємства вираховують з податку на прибуток 7% обсягу інвестицій в інновації, а у Великобританії за перший рік експлуатації інноваційного обладнання відбувається повне списання його вартості [83].

Джерелами фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності можуть бути як власне підприємства, так і фінансово-промислові групи, венчурні компанії, кредитні установи, інноваційні та інвестиційні фонди, органи державної та місцевої влади, приватні та корпоративні інвестори. При цьому для розвинених країн Європи та США характерна комбінована модель фінансового забезпечення, яка включає приблизно однаковий обсяг фінансових ресурсів як з державних, так і з приватно-комерційних джерел.

Аналізуючи структуру джерел фінансового забезпечення інвестиційної

діяльності в Україні, слід відмітити, що відповідно в I та II півріччі 2019 р. капітальні інвестиції були профінансовані за рахунок:

1) коштів державного бюджету – 8052,4 млн. грн. (2,4 % до загального обсягу) та 42809,3 млн. грн. (4,4 %);

2) коштів місцевих бюджетів – 19469,8 млн. грн. (5,7%) та 85766,8 млн. грн. (8,9%);

3) власних коштів підприємств та організацій – 251876,0 млн. грн. (73,6%) та 668601,1 млн. грн. (69,4%);

4) кредитів банків та інших позик – 27820,8 млн. грн. (8,1%) та 67800,4 млн. грн. (7,0%);

5) коштів іноземних інвесторів – 3326,5 млн. грн. (1,0%) та 6243,6 млн. грн. (0,6%);

6) коштів населення на будівництво житла – 22918,6 млн. грн. (6,7%) та 56135,2 млн. грн. (5,8%);

7) інших джерел фінансування – 8829,4 млн. грн. (2,6%) та 36295,9 млн. грн. (3,8%).

Всього капітальних інвестицій у 2019 році в Україні було на суму 342293,5 млн. грн. у першому півріччі та 963651,7 млн. грн. у другому, або в 2,8 рази більше, що відповідно відобразилося і в сумі та питомій вазі окремих видів інвестицій протягом року (Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та за 2014-2019 роки без частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях) [28].

Отримані показники свідчать, що капітальні інвестиції підприємств, у т.ч. інвестиції в інновації, фінансуються переважно за рахунок власних коштів, кредитів банків та інших позик. Державне фінансування з бюджетної системи України становить лише 3,5%. Якщо розглядати дану проблему більш детально, варто звернутися до показників, наведених у табл. 1.1 [81], і провести динамічний аналіз за останні 10 років. Очевидно, що за цей період загальна сума інвестицій збільшилася в 3,5 рази, відповідно змінювалися і

статті витрат як вартісно, так і в питомій вазі кожного джерела окремо (рис. 1.2).

Таблиця 1.1

Капітальні інвестиції за джерелами фінансування (2010-2019 рр.)*

(млн. грн.)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Усього	180575,5	241286,0	273256,0	249873,4	219419,9	273116,1	359216,1	448461,5	578726,4	623978,9
у т. ч. за рахунок										
коштів державного бюджету	10223,3	17376,7	16288,3	6174,9	2738,7	6919,5	9264,1	15295,2	22814,1	30834,5
коштів міських бюджетів	5730,8	7746,9	8555,7	6796,8	5918,2	14260,0	26817,1	41565,5	50355,5	56480,0
власні коштів підприємств та організацій	111371,0	147569,6	171176,6	165786,7	154629,5	184351,3	248769,4	310061,7	409585,5	408275,7
кредитів банків та інші позик	22888,1	36651,9	39724,7	34734,7	21739,3	20740,1	27106,0	29588,9	44825,4	67232,6
коштів інвесторів-нерезидентів	3723,9	5038,9	4904,3	4271,3	5639,8	8185,4	9831,4	6206,4	1795,5	4663,9
коштів населення на будівництво житла	18885,9	17589,2	22575,5	24072,3	22064,2	31985,4	29932,6	32802,5	34645,7	32422,0
інших джерел фінансування	7752,5	9312,8	10030,9	8036,7	6690,2	6674,7	7495,5	12941,3	14704,7	24070,2

Джерело [81]

*Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та за 2014-2019 роки без частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

З аналізу статистичних даних, приведених на рис. 1.2, можна зробити висновок, що в цілому фінансування капітальних інвестицій мало позитивну тенденцію до зростання з 2010 по 2019 рік, видно, що основний спад як у цілому фінансового забезпечення, так і за окремими джерелами фінансування почався в 2013 та 2104 роках, що пов'язуємо з наслідками недовіри інвесторів, високими інвестиційними ризиками, проблемами в банківській сфері, а найбільше з подіями на Сході України та Криму, що видно по категорії вкладень інвесторів-нерезидентів та коштів державного бюджету. Власні кошти підприємств та організацій займають найбільшу питому вагу і з роками їх сума зростає.

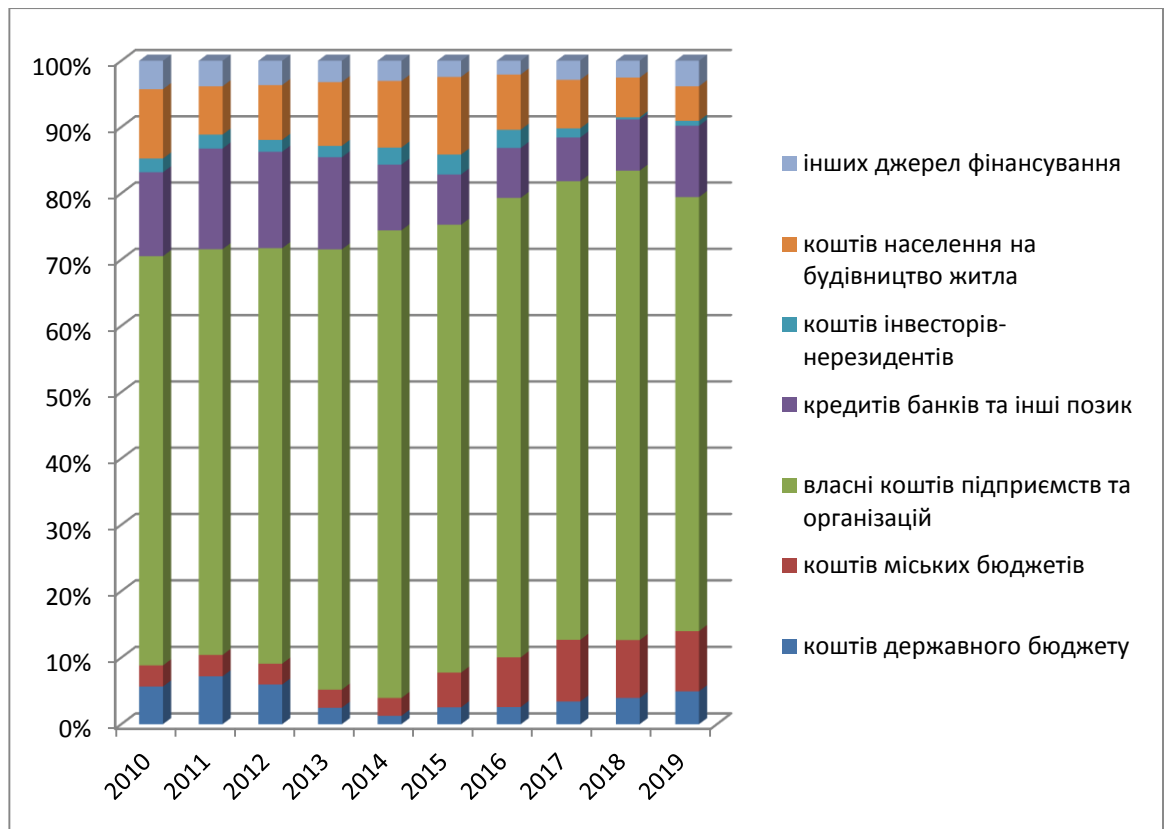


Рис. 1.2 Динаміка зміни структури джерел фінансування капітальних інвестицій за 2010-2019 рр.

Джерело: складено автором за [81]

Враховуючи світовий досвід, ми пропонуємо розширити типову структуру джерел фінансування інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств України, що дозволить швидко та ефективно впроваджувати та комерціалізувати інновації, забезпечуючи високу рентабельність інноваційної діяльності. Фінансова база інноваційно-інвестиційної діяльності підприємства окрім власних фінансових ресурсів (прибуток та амортизаційний фонд, страхові компенсації, надходження від нематеріальних активів, надходження від продажу, оренди чи лізингу тимчасово вільних оборотних і необоротних активів, застави майна та ін.); коштів із державного та місцевих бюджетів України й позикових ресурсів (кредити комерційних банків та інші позики, у т.ч. факторинг, форфейтинг та інноваційний кредит) має включати «вивільнені» фінансові ресурси в результаті застосування державою пільгової податкової та амортизаційної політики; приватні та корпоративні інвестиції, у

т.ч. іноземні; надходження від участі в інноваційних та інвестиційних фондах; венчурне фінансування; залучені кошти від розміщення та продажу акцій; доходи від реалізації короткотермінових інноваційно-інвестиційних проектів; цільові надходження, гранти, спонсорство та підтримку з боку міжнародних організацій.

Для активізації інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств України наголошуємо на необхідності реалізації таких заходів:

1) на загальнодержавному рівні: удосконалити законодавчу базу, регулюючу інноваційно-інвестиційну діяльність; прийняти ефективну програму інноваційно-інвестиційного розвитку, розробити контрольні показники для оцінки її реалізації та посилити відповідальність виконавчих органів; затвердити пільгову податкову та амортизаційну політику для інноваційно-активних підприємств; розширити фінансові джерела державної підтримки інноваційно-інвестиційної діяльності, використовуючи не лише бюджетні кошти, а й державні позикові та залучені фінансові ресурси (позики, допомога та гранти від міжнародних організацій тощо); запровадити державний інноваційний кредит під низьку процентну ставку та систему державних гарантій; створити дієву інфраструктуру державних інноваційних фондів та інституційних інвесторів та ін.;

2) на регіональному рівні: надати інноваційно-активним підприємствам пільги зі сплати місцевих податків і зборів (збір за провадження деяких видів підприємницької діяльності, єдиний податок) та інші привілеї з боку органів місцевого самоврядування (інформаційний ресурс, реклама на загальноміських заходах тощо); спрямувати власні кошти місцевих бюджетів, зокрема, надходження бюджету розвитку на інноваційно-інвестиційну діяльність; розробити місцеві програми інноваційно-інвестиційного розвитку, у т.ч. заходи з покращення інвестиційної привабливості та бренду регіону;

3) на рівні фінансової інфраструктури України: банківському сектору варто розширити перелік привабливих для інноваційно-активних підприємств

послуг за процентними ставками та строками кредитування; поширити застосування венчурного фінансування, факторингу, форфейтингу та страхування інноваційних проектів; відкрити конкурентоздатні інноваційно-інвестиційні фонди тощо;

4) на рівні підприємств України: виробити та дотримуватися інноваційно-інвестиційної стратегії розвитку підприємства з орієнтацією на результат; покращити кваліфікацію персоналу, зокрема, менеджерів; створити спеціальний відділ, який буде займатися розробкою інноваційно-інвестиційних проектів, їх оцінкою і впровадженням протягом усього життєвого циклу; розширити фінансову базу інноваційно-інвестиційної діяльності, орієнтуючись на принцип множинності альтернативних джерел фінансування; оптимізувати структуру капіталу, оцінивши ефективність залучення кожного джерела фінансового забезпечення; використовувати переваги від створення малих венчурних підприємств; активно користуватися страховими, кредитними та іншими послугами, які пропонують фінансові установи; посилити маркетинг інноваційно-інвестиційних проектів, забезпечуючи не тільки зростання обсягів реалізації інноваційної продукції, а й покращуючи інвестиційну привабливість підприємства та його імідж; за рахунок власних, позикових і залучених коштів не тільки розробляти інноваційні товари та послуги, а й інвестувати капітал у передові техніку та технології, оцінюючи рентабельність і окупність із врахуванням часового лагу.

1.3. Економіко-математичне моделювання та систематизація теоретико-методичних підходів до фінансування інноваційної діяльності підприємства

Інноваційна спрямованість інформаційного суспільства сьогодення та порівняно низький рівень інноваційної активності суб'єктів господарювання на фоні значного відставання України в науково-технологічному розвитку зумовлюють зростаючу потребу у впровадженні ефективних організаційно-

економічних форм та інструментів для забезпечення стійкого економічного зростання й суспільного прогресу в цілому. В умовах дефіциту бюджетних надходжень перед підприємством постає необхідність самофінансування та залучення різноманітних зовнішніх джерел із оптимізацією їх структури, бо фінансування інноваційно-інвестиційного розвитку характеризується високим ступенем ризику.

Основні принципи фінансового забезпечення, на які має орієнтуватися підприємство:

- 1) швидкість й ефективність впровадження сучасних науково-технічних інновацій;
- 2) диверсифікація джерел фінансування;
- 3) обґрунтованість і законність способів акумуляції коштів;
- 4) гнучка система фінансового забезпечення;
- 5) фінансування інноваційного проекту на всіх етапах життєвого циклу [3, с. 56].

Виходячи зі світового досвіду, для фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційного розвитку крім власного капіталу підприємства слід використовувати кредитні кошти, приватні інвестиції, емісії цінних паперів під інноваційні проекти, іноземні інвестиції, венчурний капітал, бюджетні кошти тощо. У даному контексті важливу роль відіграє фінансово-кредитна система, яка включає інноваційно-інвестиційні та венчурні фонди, комерційні банки й інші кредитні організації, функціонування яких в Україні ще залишається не адаптованим сучасним потребам підприємств і характеризується складною процедурою отримання коштів, необхідністю гарантій, недостатнім строком дії договорів для реалізації проектів і високими відсотками за користування.

Тому для забезпечення ефективності інноваційно-інвестиційного розвитку підприємства пропонуємо вдосконалити механізм управління фінансовим забезпеченням, який має містити наступні складові:

- 1) формулювання цілей і аналіз можливостей підприємства;

- 2) визначення інвестиційних потреб;
- 3) пошук джерел фінансування;
- 4) визначення обмежень у застосуванні тих чи інших методів фінансового забезпечення;
- 5) порівняння альтернативних варіантів;
- 6) формування переліку прийнятних джерел фінансування й ранжування за ефективністю використання на основі оцінки показників витрат і результатів;
- 7) оптимізація структури джерел фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційної діяльності підприємства й вибір найвигідніших варіантів [2].

Отже, основні проблеми фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності в Україні полягають в нерозвиненості чи недосконалому функціонуванню таких сучасних інструментів: банківського кредитування; страхових послуг; венчурного фінансування; участі в інвестиційних фондах тощо. Так, в умовах інфляції та спричиненої фінансовою кризою неплатоспроможності багатьох підприємств комерційні банки утримуються від видачі кредитів на строк вище трьох місяців, якого не вистачить для реалізації переважної більшості інноваційно-інвестиційних проектів. Лише незначна частка підприємств користується послугами страхових компаній, маючи сумніви стосовно надійності та ефективності таких добровільних видів страхування як страхування кредитів, страхування інвестицій чи страхування фінансових ризиків через нерозвиненість страхового ринку в Україні [37]. І хоча дані інструменти мають забезпечувати захист інноваційно-інвестиційної діяльності підприємства на всіх стадіях реалізації проектів, вони не охоплюють всі ризики, з якими стикаються суб'єкти господарювання в сучасних умовах.

У більшості розвинутих країн світу для фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств використовується венчурний капітал у той час, як в Україні даний механізм залишається на початковому етапі впровадження, не маючи навіть достатнього законодавчого підґрунтя.

Венчурне фінансування на основі венчурного капіталу, як результат адаптації господарської системи до вимог активізації інноваційного процесу, передбачає дольову участь інвесторів венчурного капіталу в капіталі венчурної фірми шляхом придбання акцій через варіанти, опціони або через конвертовані цінні папери [62].

Сутність венчурного фінансування полягає в пайовій участі венчурних інвесторів у капіталі підприємства, яке реалізує інноваційний проект, і наданні коштів безповоротно, без відсотків, гарантій чи застави на довгостроковий період. При цьому пріоритетність венчурного фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності забезпечує єдина мета як інвесторів, так і власників підприємства – ефективне впровадження та реалізація інноваційного проекту з відповідним одержанням очікуваного високого прибутку [1].

Крім того, на міжнародному фінансовому ринку активно діють й інвестиційні фонди, капітал яких є одним із широко використовуваних у світі джерел фінансування інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств. Так, в Україні з 1998 року функціонує інвестиційний фонд EVU Management Ltd., створений з метою досягнення довгострокового приросту капіталу, інвестованого в диверсифікований портфель компаній, які працюють в Україні. При цьому фінансуються переважно молоді й фінансово стійкі підприємства з професійним менеджментом в перспективних галузях економіки [60].

Слід зазначити, що держава об'єктивно не може постійно субсидувати інноваційно-інвестиційну сферу, і в умовах економіки України підприємствам розраховувати на значне бюджетне фінансування практично не приходиться. Тому важливим кроком має бути масове залучення приватного та банківського капіталу до кредитування та інвестування новітніх досліджень і їхнього впровадження, але недержавні комерційні структури поки що не зацікавлені в здійсненні довгострокових проектів, що забезпечували б базові технологічні зміни.

Для залучення інвестицій необхідно забезпечити відповідність вимогам інвестора комплексу параметрів як самого підприємства, так і конкретного інвестиційного проекту. До основних вимог можна віднести задовільний рівень інноваційно-інфраструктурного та майнового стану підприємства, структури його розподілу й ефективності використання; достатність власного та залученого капіталу для поточної господарської діяльності; платоспроможність підприємства та ліквідність майна; достатній рівень фінансової стійкості підприємства; забезпеченість власними оборотними коштами, основними засобами та виробничими запасами для забезпечення конкурентоздатності й рентабельності продукції, що виробляється з урахуванням інноваційних витрат [1].

Реальний стан переважної більшості українських підприємств не відповідає мінімальним із наведених вище вимог. Тому для посилення інвестиційної привабливості промислового комплексу перш за все необхідно максимально підвищити ефективність підприємств, і при цьому не важливо, яке походження мають інвестиції – вітчизняне чи іноземне. У даному контексті очевидною є доцільність реструктуризації суб'єктів господарювання, ефективного проведення якої власними силами в більшості випадків неможливе через брак фахівців потрібної кваліфікації.

Привабити інвестиційний капітал можна, насамперед, сприятливою інвестиційною та митною політикою, стабільним і стимулюючим податковим законодавством. Так, наприклад, в економічно розвинутих країнах поширені наступні форми заохочування: створення фондів упровадження інновацій із урахуванням можливого ризику (Німеччина, Франція, Швейцарія, Нідерланди); безоплатні позички, які покривають до 50% необхідних коштів для реалізації інноваційного проекту (Німеччина); зниження державного мита для індивідуальних винахідників (Австрія, Німеччина, США та ін.); відстрочення виплати мита або звільнення від нього, якщо винахід стосується економії енергії (Австрія) тощо [56].

Дані стимулюючі механізми в Україні поки що відсутні. У той же час

постійно змінюється податкове й митне законодавство, що стримує приток іноземних інвестицій. І хоча в першій редакції Стратегії економічного і соціального розвитку України (2004-2015 рр.) «Шляхом європейської інтеграції» планувалося пом'якшення оподаткування інноваційної діяльності в розділі «Особливості в оподаткуванні та митному регулюванні інноваційної діяльності», в останній – відповідні статті були виключені [82].

Таким чином можна зробити висновок, що важливою передумовою поліпшення кризового стану економіки України є впровадження суб'єктами господарювання інноваційних технологій шляхом залучення інвестицій. Для цього необхідно посилити інвестиційну привабливість і забезпечити гідний фінансовий стан підприємств-позичальників, оскільки вищий рівень фінансової стійкості є гарантією меншої ризикованості та більшої дохідності інноваційно-інвестиційних проектів. При цьому обов'язковим кроком має стати активізація діяльності держави в даній сфері з орієнтацією на впровадження змін в податковій і митній політиці, що сприятиме залученню інвестиційного капіталу у розвиток підприємств. Вирішення даних питань надасть змогу вітчизняним підприємствам реалізувати власні потенційні можливості в умовах ринку, надаючи Україні реальний шанс досягти рівня високотехнологічної розвиненої країни.

Дослідження інноваційної сфери різних за рівнем економічного зростання країн доводить, що національні системи фінансування інновацій знаходяться у тісному взаємозв'язку з розвитком інститутів ринкової інфраструктури. Так, російські науковці А. Пестова й О. Солнцев виділяють чотири моделі систем фінансування інновацій, які застосовуються в різних країнах світу: ринкова; корпоративно-державна; кластерна (мережева); мезо-корпоративна [71]. Основні параметри різних моделей національних систем фінансування інновацій представимо в таблиці 1.2.

Наведені вище моделі фінансування інновацій віддзеркалюють цілі, завдання та напрямки державної політики й адаптовані до умов різних економічних систем. Проте, на нашу думку, можна виділити загальні

чинники, які є базовими для формування національної системи фінансування: рівень науково-технологічного розвитку країни та наявний інноваційний потенціал; масштаби економіки та темпи економічного зростання; кількісні та якісні параметри інституційного забезпечення, у тому числі фінансової інфраструктури; законодавча та інформаційна база; кваліфікація, мотивація, адаптованість і «гнучкість» людського капіталу та ін. У той же час необхідно враховувати: на лінійну чи нелінійну модель інноваційного процесу розроблюється система фінансового забезпечення; кількість охоплених інноваційно-активних галузей у процесі фінансування; потенціальні можливості та інтенсивність фінансування радикальних інновацій та ранніх стадіях наукових досліджень і дослідно-конструкторських робіт.

Таблиця 1.2

Національні системи фінансування інноваційної діяльності: кількісні та якісні характеристики

Характеристики	Система фінансування			
	Ринкова	Корпоративно-державна	Кластерна	Мезо-корпоративна
Розвиненість фінансового ринку	Висока	Помірна	Невисока	Невисока
Банківська концентрація	Не має значення	Висока	Висока	Висока
Доступність венчурного капіталу	Висока	Низька	Висока	Не має значення
Частка інституційних інвесторів у фінансуванні венчурних фондів, %	30-50	> 10	30-40	> 10
Частка банківського фінансування венчурних фондів, %	> 20	40-60	20-30	30-40
Корпоративне фінансування венчурних фондів	Помірне	Помірне	Помірне	Високе
Розвиненість ринку злиття та поглинань	Висока	Недостатня	Недостатня	Недостатня
Рівень захисту прав міноритарних акціонерів	Високий	Обмежений	Високий	Обмежений

Основними суб'єктами інноваційного процесу, наприклад, у ринковій системі фінансування виступають венчурні фірми, венчурні фонди та мережі бізнес-ангелів (фінансові установи, що спеціалізуються на підтримці стартапів

(відкриття нового інноваційного проекту) та сид-проектів (у зародковому статусі: наявність лише ідеї або до комерційна розробка) малих і середніх підприємств), а також великі інноваційно-активні приватні корпорації.

Проаналізувавши головні чинники, що зумовлюють відмінності у фінансуванні інноваційної діяльності в різних країнах світу за рядом критеріїв, зокрема, за ступенем науково-технологічного розвитку держави, рівнем розвитку національних інститутів і людського капіталу, типом фінансового сектора, інтенсивністю економічного зростання тощо, можемо стверджувати, що Україна більшою мірою тяжіє до корпоративно-державної системи фінансування інновацій, яка є менш динамічною та вимагає ефективного та якісного адміністрування на державному рівні.

Слід відмітити, що, на думку експертів ОЕСР, державна підтримка інновацій повинна зосереджуватися переважно на створенні та утриманні національних інноваційних агенцій, фінансуванні базової освіти та науково-дослідних робіт, міжнародному співробітництві у сфері створення баз даних науково-технічних розробок. Рекомендовано обмежені напрями прямого бюджетного фінансування інноваційних проектів, зокрема медичної та військової сфер [92-94]. Такі рекомендації відповідають чинним тенденціям до зменшення обсягів державного фінансування інноваційно-інвестиційних проектів у більшості країн світу[54], у тому числі і в Україні, – у 2019 році частка фінансового забезпечення інноваційної діяльності в Україні за рахунок коштів державного бюджету становила лише 4,9 % [81].

Наприклад, пріоритетними напрямками роботи в покращенні інвестування АПК регіону, на думку К.В. Мазур та Я.В. Гонтарука [59], мають бути такі:

- залучення в економіку області іноземних інвестицій шляхом постійного моніторингу пропозицій з боку інвесторів, налагодження контактів з міжнародними фінансовими інституціями та міжнародними організаціями;
- супровід конкретних інвестиційних проектів та надання всебічної допомоги в їх реалізації;

- здійснення заходів з поглиблення діяльності органів виконавчої влади та місцевого самоврядування області щодо практичної реалізації Програми європейської і євроатлантичної інтеграції України;

- налагодження міжнародного співробітництва регіонів та територіальних громад регіонів з зарубіжними країнами в рамках міжрегіонального і прикордонного співробітництва у сфері зовнішньої торгівлі, гуманітарних питань, соціальної політики;

- сприяння активізації зовнішньоекономічних зв'язків переробних підприємств АПК, установ і організацій, розташованих на території України, та їх виходу в умовах світової фінансово-економічної кризи на зовнішній ринок.

Автори вважають, що найбільш динамічно розвивається співробітництво з ЄС. В даний час наприклад у Вінницькій області реалізується біля 75 партнерських угод про торговельно-економічне, науково-технічне та культурне співробітництво територіальних громад області та воєводств Республіки Польща. Співробітництво реалізується на рівні районів, міст та місцевих громад і відбувається у різних галузях господарського комплексу. Для налагодження взаємовигідного співробітництва обласними державними адміністраціями, за допомогою торговельно-економічної місії у складі іноземних компаній, постійно доводиться до відома ділових кіл інформація щодо експортних можливостей та імпорتنих потреб представників бізнесових структур переробної сфери АПК. Комерційні пропозиції з боку іноземних підприємців також повинні доводитися до суб'єктів господарювання [59].

В продовження теми важливості розвитку інноваційно-інвестиційного розвитку країни, відзначимо роботу авторів Гончарук І.В. та Бабіної О.М. [24], де вони вказують, що реалізація концептуальних засад інноваційно-інвестиційного забезпечення розвитку альтернативних джерел енергії сприятиме енергетичній незалежності національної економіки, посиленню міжсекторальних зв'язків та утворенню стійких кластерів у національній

економіці та зростанню її конкурентоспроможності, активізації інноваційної та інвестиційної діяльності, покращенню рівня життя населення, просуванню України в світових рейтингах для значного покращення інвестиційного клімату.

Подібне зниження державного фінансування інноваційної діяльності є результатом переходу від прямої до непрямой форми підтримки НДР на підприємствах, що зумовлює необхідність залучення альтернативних фінансових джерел та ефективного використання власного капіталу. Аналогічної думки підтримуються й українські науковці, вважаючи, що пряме фінансування переважно впливає на прискорення процесу наукових досліджень та у сфері створення нових виробництв і галузей промисловості. Натомість, запровадження пільгових умов підвищує технічний рівень виробничої бази діючих підприємств, стимулює впровадження ними прогресивних технологій та результатів прикладних досліджень і нововведень [54]. Уряд США, наприклад, акцентує увагу на непрямій підтримці – стимулюванні інноваційної діяльності бізнес-сектору (програма «Small Business Innovation Research»), надавши податковий кредит, фінансуючи програму розширення виробництва «Manufacturing Extension Program» (110 млн. дол. у 2008 р.), встановивши «президентську інноваційну винагороду» тощо [94]. У Китаї, який урядовці планували до 2020 року перетворити на інноваційно-орієнтоване суспільство, у фінансовій системі важливим інструментом стали податкові стимули: податковий кредит в розмірі 150% від суми витрат на НДР підприємств, бонусні податкові знижки для фірм із венчурним капіталом та ін.

Слід зазначити, що венчурний (ризиковий) капітал є якісно новим способом інвестування коштів великих компаній, банків, страхових, пенсійних та інших фондів в акції малих інноваційних фірм, що мають значний потенціал зростання й реалізують інноваційні проекти з високим рівнем ризику [95]. Так, одним із найактивніших венчурних фондів, що діють в Україні, є фонд Western NIS Enterprise Fund, який реалізує широку програму

інвестицій у приватний сектор через внески до статутного фонду, кредити, лізинг, технічну допомогу та інші заходи, які сприяють розвитку малих і середніх підприємств. Серед відомих підприємств, які використовували допомогою фонду, можна назвати кондитерську фабрику «АВК», компанію з виробництва морозива «Троянда-Експрес» та ін.

Отже, виходячи зі світового досвіду фінансування інновацій, основні сучасні джерела фінансового забезпечення інноваційної діяльності включають фінансові ресурси банків; венчурний капітал; кошти інституційних інвесторів; фінансові ресурси корпорацій; бюджетні кошти; власний капітал; пільги та стимулюючі заходи тощо. Проте, слід зауважити, що спроби відмовитися повністю від державного фінансування інновацій у деяких країнах зазнали краху, натомість, ефективне адміністрування й співробітництво держави та підприємств дозволяють досягти значного наукового прогресу в ключових галузях таких, як генна інженерія чи біотехнології [1].

Так, у Франції, Великобританії, Німеччині та Японії передбачено субсидіювання з державного бюджету цільових програм у ключових галузях економіки. При цьому уряд Німеччини надає допомогу у проведенні наукових досліджень переважно дрібним і середнім підприємствам у вигляді часткової оплати праці дослідницького персоналу (у середньому 40% відповідного фонду заробітної плати) і шляхом прямого фінансування близько 30-40% кошторисних витрат на розробки за державними замовленнями.

Аналізуючи характерні особливості системи управління фінансуванням інноваційної діяльності підприємства (взаємозв'язок і взаємодія складових системи, єдність й автономність, узгодженість у часі, відповідність місії та цілям підприємства, здатність до швидкої адаптації в нових умовах, гнучкість до динамічних змін внутрішнього й зовнішнього середовища, багатофункціональність тощо), приходимо до необхідності розробки дієвої схеми управління фінансуванням інноваційної діяльності як провідної ланки системи інноваційного менеджменту (рис. 1.3), яка має включати:

- 1) узгодження цілей фінансування інноваційних проектів із

стратегічними цілями підприємства і відповідно

2) розробку інвестиційно-фінансової стратегії;

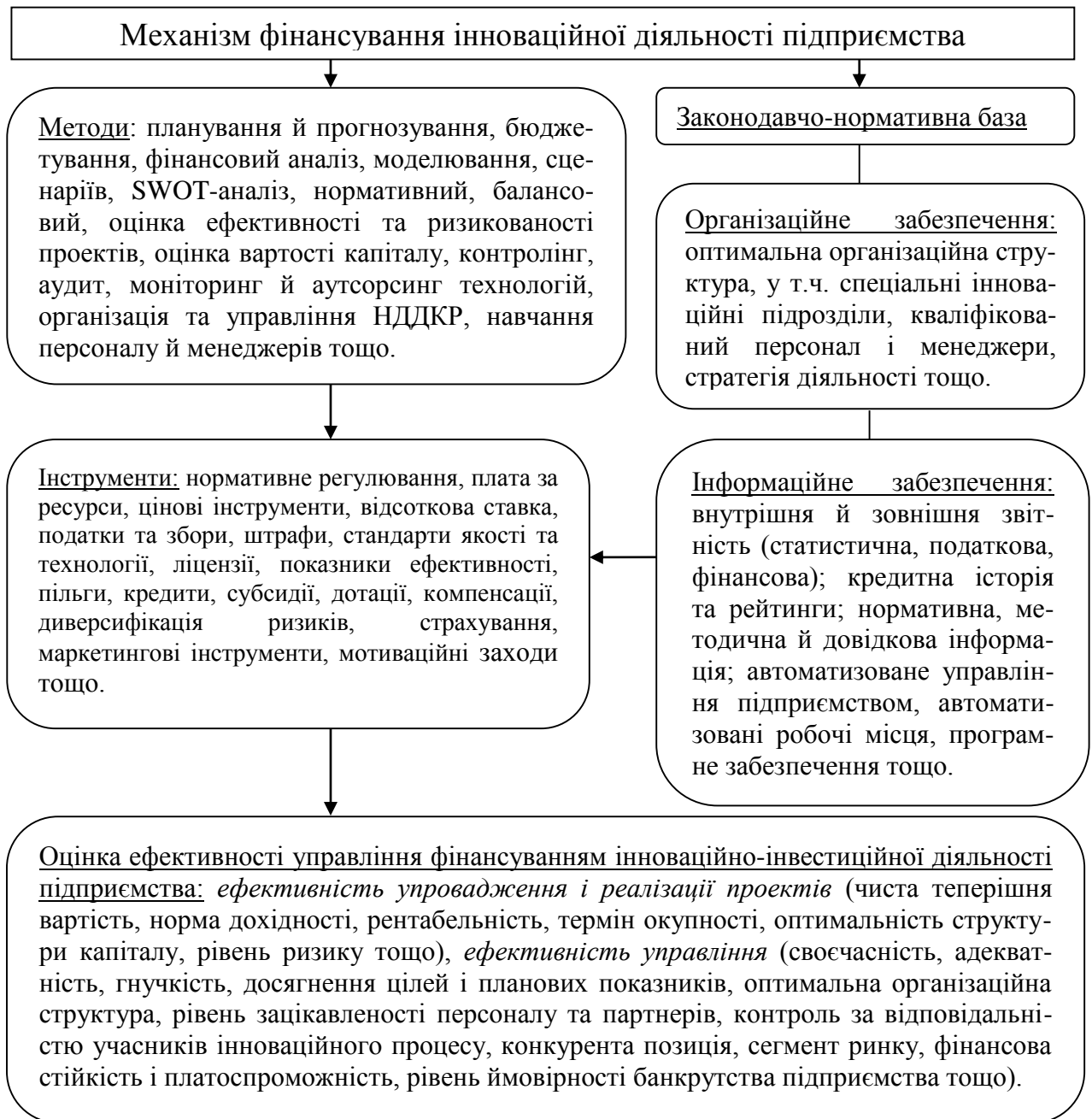


Рис. 1.3. Механізм фінансування інноваційної діяльності підприємства

Джерело: складено автором за [14, 15, 61]

3) аналіз внутрішнього середовища: виявлення потреби у фінансових ресурсах для реалізації інноваційного проекту, аналіз наявних власних фінансових ресурсів, матеріально-технічної бази, кваліфікованого персоналу та ін., а також інноваційного потенціалу підприємства;

4) аналіз зовнішнього середовища: оцінку кон'юнктури ринку та

дослідження умов реалізації проектів (ризик, дохідність, вартість капіталу та ін.) із подальшим прогнозуванням ситуації на ринку;

5) моніторинг і аутсорсинг інноваційних проектів чи інноваційних ідей;

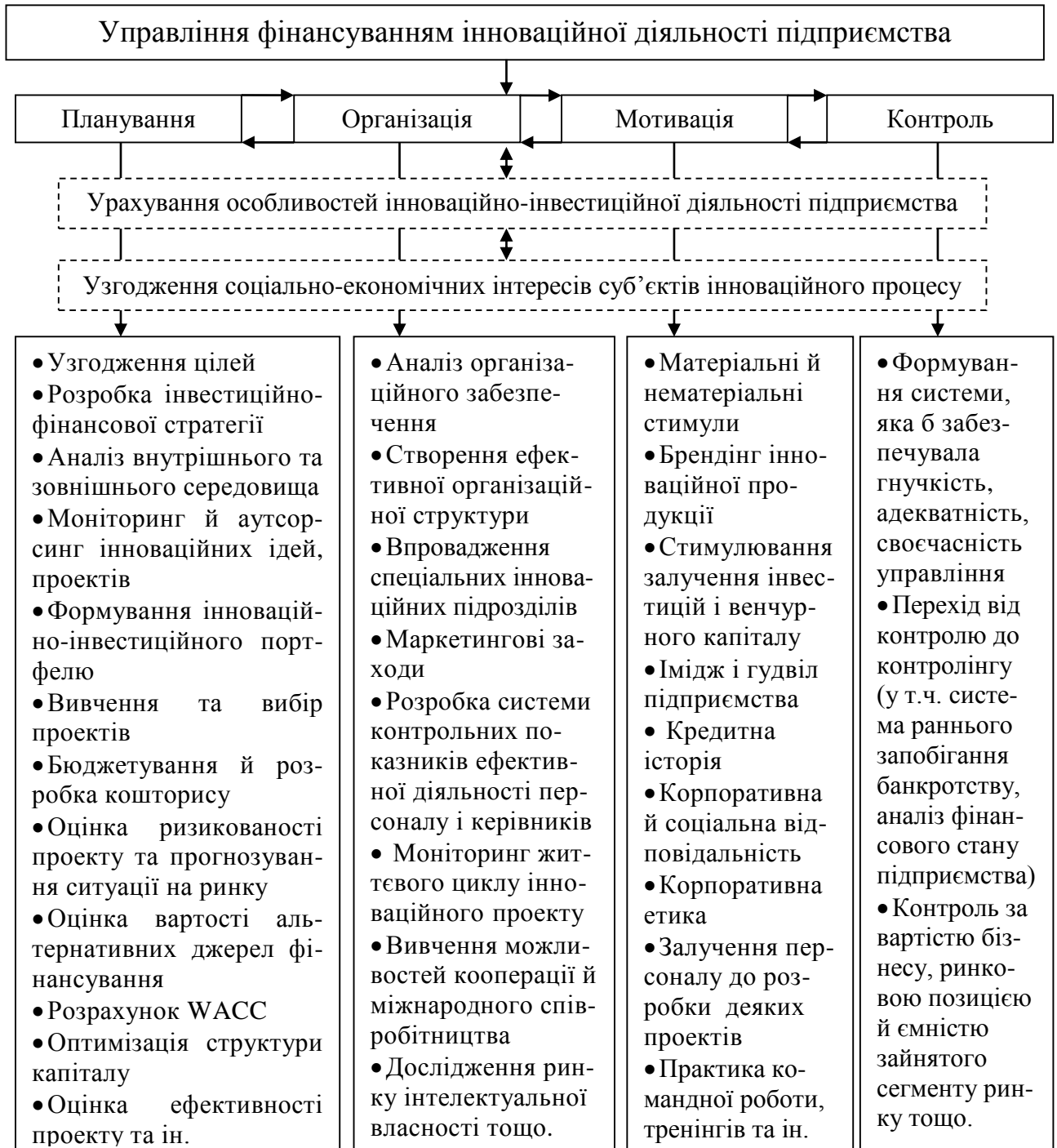


Рис. 1.4 Схема управління фінансуванням інноваційної діяльності підприємства

Джерело: складено автором за [14, 15, 61]

б) формування інноваційно-інвестиційного портфелю, детальне

вивчення та вибір проектів;

7) планування та прогнозування: оцінку вартості альтернативних джерел фінансування, розрахунок WACC, оптимізацію структури капіталу, урахування ефекту фінансового важеля, оцінку ефективності проекту з урахуванням інфляції та ризику тощо;

8) організацію процесу управління фінансуванням інноваційної діяльності: аналіз організаційного забезпечення, створення ефективної організаційної структури (у т.ч. спеціальних інноваційних підрозділів), маркетингові заходи, розробку системи контрольних показників ефективної діяльності персоналу та керівників, моніторинг життєвого циклу інноваційного проекту, вивчення можливостей кооперації та міжнародного співробітництва, дослідження ринку інтелектуальної власності та ін.;

9) мотивацію персоналу та партнерів: матеріальні й нематеріальні стимули, брендінг інноваційної продукції, стимулювання залучення інвестицій і венчурного капіталу, узгодження інтересів суб'єктів інноваційного процесу, імідж підприємства, гудвіл, гарну кредитну історію, корпоративну й соціальну відповідальність тощо;

10) контроль: формування системи, яка б забезпечувала гнучкість управління, перехід підприємства до методів контролінгу.

Отже, управління фінансуванням інноваційної діяльності підприємства необхідно розглядати як одну з найважливіших підсистем у системі сучасного інноваційного менеджменту. Запропоновані механізми і схема управління є передумовами не тільки підвищення ефективності управління фінансуванням, а й сталого інноваційного розвитку підприємства в цілому.

Для проведення будь-якого аналізу економічного дослідження необхідно використовувати методи. Багато вчених-економістів пропонують у своїх дослідженнях ряд таких методів, розглянемо деякі з них.

Юрчук Н. П. в статті [89] вказує, що вивчення економічних систем засобами математичного моделювання дозволяє отримати інформацію про стан об'єкту управління під впливом змін внутрішніх і зовнішніх діючих

факторів. Запропонований комплекс економіко-математичних моделей, забезпечить вирішення таких основних завдань управління, як: аналіз наявного інноваційного потенціалу, розрахунок ефективності і вибір перспективних інноваційних проектів, визначення інноваційно-інвестиційної привабливості підприємства, прогнозування результатів інноваційної діяльності, розробку і прийняття необхідних управлінських рішень. [89].

Підсумовуючи проведений аналіз методів оцінки ефективності інвестицій, ми погоджуємося з доцентом кафедри Комп'ютерних наук та економічної кібернетики ВНАУ Волонтир Л.О. та магістрантом цієї кафедри [20], які стверджують, що досконалого методу не існує. Ними обґрунтовано необхідність надання переваги економіко-математичним методам під час планування інвестиційної діяльності підприємства, розглянуто специфіку формування інформаційної бази побудови сценаріїв розвитку підприємства, проаналізовано інвестиції як важливим фактором економічного розвитку, а інвестиційна політика підприємств – центральною ланкою загальнодержавної економічної політики.

Автори вказують, що всі вони (методи) мають свої переваги та певні недоліки. Більшість існуючих підходів розроблялися для аналізу ефективності проектів, реалізація яких планувалась для ситуації відносно стабільної економіки. Таким чином, лише детальний аналіз мікро- та макросередовища проекту, визначення основних факторів впливу на основні характеристики діяльності планованого об'єкту та застосування економіко-математичних моделей оцінки ефективності можуть знизити ризик прийняття інвестиційних рішень. При цьому ні один метод не виключає необхідності вибору компромісного рішення між більшим очікуваним значенням чистої теперішньої вартості проекту та більшим рівнем ризику. Використання економіко-математичних методів лише дає можливість визначити можливі співвідношення між даними параметрами, а прийняття рішення в кінцевому результаті залежить від психології інвестора та його ставлення до ризику [20].

РОЗДІЛ 2

ЗАДАЧА ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ

2.1. Математичні моделі інноваційно-інвестиційного проектування

Об'єктивне обґрунтування стратегічного напрямку і безпечного шляху розвитку підприємства, вирішення завдань технологічного оновлення виробничої бази не можливе без застосування ефективних інструментів інвестиційного проектування. Останніми роками з'явилося багато праць вітчизняних і зарубіжних учених, що присвячені проблемам аналізу і оцінки ефективності інвестицій. Разом із методичними роботами з аналізу й оцінки ефективності інвестиційних проектів, що мають загальний характер, значно збільшилася кількість робіт, де подальшого розвитку набули дослідження щодо вирішення конкретних завдань при інвестиційному проектуванні.

Інноваційно-інвестиційні проекти треба розглядати як складну систему, що має єдину матеріально-речову основу і множину профілів внутрішньої структури, реалізацію яких можна здійснювати на багатоваріантній основі з врахуванням нелінійних економічних ефектів. Для аналізу багатопрофільних інноваційно-інвестиційних проектів потрібні адекватні методичні підходи й інструменти, що дозволить значно поліпшити фінансово-економічні показники таких проектів та істотно підвищити обґрунтованість і якість управлінських рішень в аспекті оцінки нелінійних ефектів та понизити трудомісткість їх підготовки й ухвалення.

Складність розробки основних параметрів інноваційно-інвестиційного потребує комплексного підходу до використання аналітичних прийомів і моделей прийняття конкретних стратегічних рішень, особливо на стадії розробки техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) проекту. Моделі дають можливість провести не тільки аналіз варіантів реалізації проекту і оцінити майбутні грошові потоки, але й

оптимізувати структуру проекту. Побудова моделі проекту дає змогу: відобразити його специфіку; задати вже на початку необхідний рівень деталізації початкових даних; можливість контролю проміжних результатів, урахування специфіки проекту; внесення необхідних коректив і уточнень до розрахунків в ході імітаційного експерименту. При цьому постає проблема вибору адекватного інструментарію моделювання інноваційно-інвестиційного проекту та відповідних методів, що ураховували б специфіку конкретних проектів.

Загострення проблеми нестачі фінансових ресурсів для реалізації проектів технологічного оновлення економіки України на базі нових технологій висуває на передній план: проблему активізації інвестиційної діяльності у сфері фінансування інноваційно-інвестиційних проектів та нові вимоги до розробників інноваційно-інвестиційних проектів. Треба зауважити, що практики указують [18, с. 5] на важливість того, що головною метою діяльності розробників таких проектів є забезпечення обґрунтованості інвестиційних рішень шляхом імплементації у модель реалізації проекту засобів досягнення цілей інвестування. Окрім цього, розробники проекту мають: оперативно розробляти, коригувати і супроводжувати модель інвестиційного циклу; конструювати складні інвестиційні інструменти й оптимальні реалізації проектів для забезпечення ефективності останніх.

Як відомо з наукової літератури, моделі інноваційно-інвестиційних проектів це об'єктно-орієнтовані моделі, що дають змогу вирішити широке коло проблем інноваційно-інвестиційного проектування, включно з проектуванням взаємодії між інвестиційними проектами. В умовах економічної нестабільності доцільними є імовірнісні інвестиційні моделі, що дають змогу розробити методи забезпечення гарантованих показників ефективності інвестиційного проекту. Вирішення такого завдання потребує модифікації процедур дисконтування реальних грошових потоків, що дають змогу врахувати вплив макроекономічних чинників, взаємодію

паралельних інноваційних проектів та інших імовірнісних чинників зовнішнього середовища. Для визначення імовірності реалізації інноваційно-інвестиційного проекту потрібні методи, що дозволяють виявити допустимі параметри входів простору моделі інноваційно-інвестиційного проекту. Ці входи – це: елементи потоків реальних грошей, параметри інноваційно-інвестиційних проектів, технічні характеристики об'єкта інвестування (конкретної технології).

Для двох паралельно реалізовуваних інноваційно-інвестиційних проектів доцільно розробляти динамічні моделі безбитковості, що дають змогу досліджувати ефект інвестиційної взаємодії з урахуванням диверсифікації виробництва та фактору часу. Треба зауважити, що у інвестиційному проектуванні не можна розглядати фінансові і реальні інвестиції окремо, адже складові фінансових інвестицій це цінні папери, а інвестиції в цінні папери раціональний інвестор здійснює на основі прогнозу успішності реалізації емітентом його реальних інвестиційних проектів. Якість проходження циклів інвестиційного проектування і результативність інвестиційних рішень залежить від ефективності використання інвесторами й аналітиками сучасних інформаційних технологій. Ці технології дають можливість підвищити достовірність оцінок початкових інвестицій, проводити вертикальну і горизонтальну інтеграцію інформаційних систем для робочих місць аналітиків і осіб, що ухвалюють інвестиційні рішення.

Реальний сектор економіки вимагає інтенсивного застосування інформаційних технологій для оцінки техніко-економічної ефективності інноваційно-інвестиційних проектів. Крім того, у потенційних інвесторів і аналітиків часто виникає практична необхідність поставити експерименти з комп'ютерною моделлю самого циклу реального інвестування для перевірки чутливості результатів проекту до змін ринкового середовища.

Для проектувальника інвестиційного проекту важливі не тільки знання про те, яким може або повинен бути ринок, але також уміння

оцінити його за фактичними даними. Саме для досягнення цієї мети комп'ютеризований інвестиційний аналіз найбільш цінний, а дослідникам і особам, що ухвалюють рішення, треба використовувати на практиці стратегії, що ґрунтуються на результатах саме такого аналізу. Інформаційні технології особливо ефективні для обґрунтування інвестиційних рішень в умовах прояву чинників випадковості і невизначеності.

Для останніх років інвестиційному проектуванню характерний випереджаючий розвиток апаратних засобів і технологій. Одна з вирішальних змін – це представлення інноваційно-інвестиційних проектів у вигляді сукупності взаємозв'язаних процесів. За аналогією з апаратними блоками бізнес-процеси, технологічні процеси і процедури ухвалення рішень проектувальники представляють у вигляді взаємопов'язаних модулів, але проекти складних інноваційно-інвестиційних процесів неминуче містять помилки проектування і помилки вимог замовника. Витрати на пошук, локалізацію і усунення цих помилок у сучасних умовах перевищують витрати на саме проектування. Досконалість представлення вимог і їх повнота, а також якість проектування істотно впливають на вартість проекту.

До реалізації інноваційно-інвестиційного проекту замовникам проекту і самим проектувальникам треба позбавитися від потенційно можливих джерел ризиків проекту, щоб скоротити витратну складову вартості розробки складного проекту. Таким чином, проектування і тестування проекту треба проводити одночасно. Сучасні інноваційно-інвестиційні проекти доцільно проектувати засобами CASE-технологій (наприклад, Project Expert), де реалізовані елементи процедур інноваційної та інвестиційної діяльності.

Для оцінки та оптимізації структури і параметрів грошових потоків інноваційно-інвестиційних проектів використовують методи економіко-математичного аналізу і синтезу та методи інформаційних технологій для

пошуку та верифікації даних і фактів. Застосування конкретного методу або поєднання методів визначається видами і формами вимог до інноваційно-інвестиційного проекту (рис. 2.1).

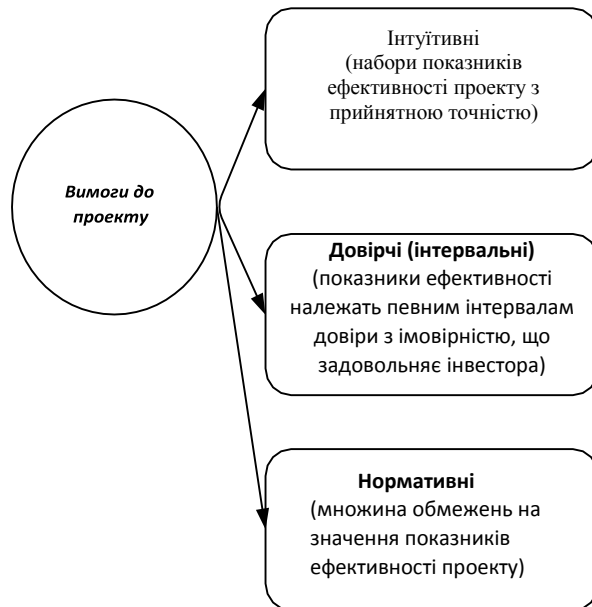


Рис. 2.1. Види вимог до інноваційно-інвестиційного проекту

Джерело: [58]

Вимоги можуть мати такі форми: точкову, коли значення критеріїв представлені конкретними числовими значеннями; інтервальну, якщо учасники проекту виконують проект, забезпечуючи належність значень критеріїв проекту інтервалам значень. Ці інтервали визначають в результаті узагальнення накопиченого інвестиційного досвіду або моделювання; алгоритмічну, якщо інвестиційний проект реалізують в умовах високої невизначеності цін і обсягів продаж. Для прикладу, у таких умовах інвесторові зручно представляти вимогу до зростання обсягів виробництва чи зменшення енергоємності виробництва у вигляді функції від часу. Застосування сучасних методів інвестиційного проектування базоване на системному, об'єктно-орієнтованому і розрахунково-експериментальному підходах та їх поєднанні. Комплексному застосуванню цих підходів передують аналітичні дослідження, розробка

математичних моделей і програмних засобів з урахуванням достовірності первинної інформації.

Системний підхід розглядає інвестиційний проект як сукупність елементів і взаємозв'язків між ними за загальним цільовим призначенням, тобто як систему. Самі елементи, їх взаємозв'язки і цільове призначення проекту можна представляти підсистемами за рахунок структуризації і/або декомпозиції головної мети проекту.

Ефективні управлінські дії і структуровані рішення при системному підході формують відповідно до критеріїв оптимальності й обмежень, які представляють інтереси суб'єктів інвестицій. Об'єктно-орієнтований підхід дозволяє поширювати відпрацьовані логічні і математичні моделі та алгоритми для вирішення подібних завдань. Наприклад, модель Марковіца спочатку була розроблена для оптимізації структури портфеля цінних паперів, потім була модифікована і набула поширення в оптимізації портфеля інвестиційних проектів. Як правило, складні інвестиційні моделі успадковують змістовні і функціональні елементи своїх моделей-попередників. Крім того, цей підхід скорочує витрати на розробку і супровід техніко-економічного обґрунтування і бізнес-плану проекту [58].

Розрахунково-експериментальний підхід ґрунтований на ідеї проведення імітаційних експериментів з моделями економічних систем і дає можливість досліджувати відгуки моделей інвестиційних проектів на зміну вхідних параметрів. Наприклад, чистий дисконтований дохід і внутрішню норму рентабельності аналізують залежно від варіантів параметрів і чинників, наприклад, таких як ставка дисконтування і темпи інфляції. Комп'ютерні експерименти дозволяють провести синтез складних моделей, а потім і експериментальну перевірку з можливою подальшою модифікацією синтезованої моделі. Сучасні інформаційні технології в інвестиційному проектуванні є ефективним інструментарієм для оцінки техніко-економічної реалізованості і наслідків реалізації проектів, оптимізації інвестиційних рішень, а також управління інвестиційними

проектами.

Якщо оцінки грошових прибутків і витрат від одного проекту змінюються залежно від прийняття чи відхилення другого, то два такі інвестиційні проекти є залежними. Якщо далі поглибити класифікацію відносин залежності між проектами, то тут виникають ще три види залежностей. Коли потенційні прибутки від першого інвестиційного проекту повністю зникають, якщо буде прийнято другий проект, або технічно неможливо здійснити перший проект за умови прийняття другого, два ці інвестиційні проекти називають взаємовиключними чи альтернативними.

Якщо реалізація першого проекту збільшує очікувані прибутки від другого чи зменшує витрати на здійснення другого без змін у прибутках, то перший проект є доповнюючим щодо другого. Якщо реалізація першого проекту зменшує очікувані прибутки від другого або збільшує витрати на здійснення другого без змін у прибутках, то перший проект вважають замінивником для другого або субститутутом другого проекту. Треба пам'ятати, що декілька економічно незалежних інноваційно-інвестиційних проектів можуть бути залежними статистично, якщо існує статистична залежність грошових потоків проектів від одного і того самого зовнішнього чинника впливу.

При моделюванні кількох інвестиційних проектів, що мають відмінності в обсягах початкових інвестицій може виникнути ситуація, коли декілька проектів з меншими початковими інвестиціями матимуть більшу комбіновану чисту теперішню вартість, ніж один більший проект. Тому актуальним завданням є розробка моделей пулу (комбінації) проектів, що дають змогу отримати максимальну чисту теперішню вартість при виконанні відповідних обмежень.

Все викладене вище зумовлює необхідність ширшого використання комп'ютерного моделювання в інвестиційно-інноваційному проектуванні. Зазначимо, що поняття “комп'ютерне моделювання” у інноваційно-

інвестиційному проектуванні відносно нове і пов'язане із становленням і виокремленням від традиційного моделювання в галузі інвестицій за допомогою функціонально-орієнтованих автоматизованих систем підтримки математичного й інших видів комп'ютерного моделювання: структурно-функціонального і імітаційного [57].

Комп'ютерне моделювання – ефективний метод вирішення завдань аналізу і синтезу складних систем, що ґрунтований на системному аналізові. Часто у фаховій літературі [65, с. 14] разом з терміном “комп'ютерне” використовують термін системне моделювання. Вважають, що навикі використання і розробки технологій системного моделювання мають системні аналітики та економісти-кібернетики, а тому спеціалісти з інвестиційного проектування мають мати відповідний фаховий рівень підготовки у галузі системних наук. Зазначимо, що традиційні види економіко-математичного моделювання в інвестиційному проектуванні ми не протиставляємо комп'ютерному моделюванню. Навпаки, домінуючою тенденцією сьогодні є синергетичне об'єднання всіх видів моделювання, інформаційних технологій в галузі моделювання та проектування інноваційно-інвестиційних проектів, особливо для складних застосувань і комплексних інноваційних проектів.

У своїй роботі [58, с. 17] ми аналізували недоліки використання стандартних програмних продуктів в оцінюванні й управлінні інноваційно-інвестиційними проектами. Отже, ми виділимо основні переваги та відмінності програмних продуктів моделювання, що можуть бути використані при розробці інноваційно-інвестиційних складних проектів, залежно від виду моделі: для дискретних моделей – програмні пакети, що ґрунтовані на описі процесів (process description) та процесно-транзакційно-орієнтовані системи моделювання блокового типу (Extend, Arena, ProModel, Witness, Taylor, GPSS/H-Proof, тощо.); для мережевих/сіткових моделей – пакети, що ґрунтовані на мережевих концепціях (network paradigms), що застосовують при структуризації

причинних зв'язків і моделюванні проектів з паралельними складними процесами, роботами та для стратифікації і алгоритмізації динаміки дискретних і дискретно-безперервних систем; для динамічних системних моделей – (Powersim, Vensim, Dynamo, Stella, Ithink і ін.); для динамічних моделей – динамічні системи (MATLAB, тощо); для агентних моделей – пакети агентного моделювання (AnyLogic); для структурних і оптимізаційних – спеціалізовані програмні пакети (MS Project, Primavera тощо) [57].

2.2. Формулювання задачі вибору оптимального інвестиційного портфелю

Визначення оптимального портфеля цінних паперів є однією з важливіших задач, з якими стикаються інвестиційні фірми (банки, страхові компанії, фонди). Під портфелем розуміють розміри вкладень в різні види цінних паперів. Для аналізу задачі вибору портфеля цінних паперів з огляду на її складність і економічну важливість розроблено ряд математичних моделей.

Припустимо, що готівковий капітал C в наступному інвестиційному періоді можна вкласти в цінні папери N видів, і необхідно визначити відповідні долі вкладень.

Нехай X_i , $i = 1, 2, \dots, N$, - величина капіталу (в доларах, або інших грошових одиницях), який вкладається в цінні папери i -ого виду.

Тоді на змінні X_i накладаються наступні обмеження:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_N \leq C, \quad (2.1)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N. \quad (2.2)$$

Припустимо, що є статистичні дані по кожному виду вкладень за останні T років, які відображають коливання цін і виплати дивідендів

протягом цього періоду. За допомогою цих даних можна оцінити дохід від вкладень для кожного виду цінних паперів.

Нехай $y(i)$ - загальний дохід на рік i на долар вкладень в цінні папери виду u . Тоді

$$r_j(t) = \frac{p_j(t+1) - p_j(t) + d_j(t)}{p_j(t)}, \quad (2.3)$$

де $p_u(t)$ - ціна паперів u -ого типу на початок року, а $y_u(t)$ - сумарні дивіденди, отримані в t -ому році.

Зауважимо, що значення $r_j(t)$ непостійні і можуть сильно коливатися з року в рік. Ці значення можуть мати будь-який знак або бути нульовими. Таким чином, для оцінки доцільності вкладень в цінні папери u -ого виду потрібно обрахувати середній або очікуваний дохід від цінних паперів виду u на вкладений долар:

$$\mu_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_j(t). \quad (2.4)$$

Загальна величина очікуваного доходу здається наступним чином:

$$E = \sum_{j=1}^N \mu_j x_j = \mu^T x, \quad \text{де } \mu^T = (\mu_1, \dots, \mu_N), \quad x = (x_1, \dots, x_N)^T. \quad (2.5)$$

Модель I. Має місце наступна проста оптимізаційна модель для описаної задачі:

максимізувати

$$Z = \sum_{j=1}^N \mu_j x_j \quad (2.6)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^N x_j \leq C, \quad (2.7)$$

$$x_j \geq 0. \quad (2.8)$$

Тут максимізується загальний очікуваний дохід при обмеженнях на загальний обсяг інвестицій. Портфель цінних паперів може також формуватися з врахуванням різних обмежень, пов'язаних з політикою фірми. Більшість інвестиційних фірм обмежують розміри вкладень в звичайні акції, оскільки дохід від останніх схильний до значних коливань. Таке обмеження можна записати наступним чином:

$$\sum_{j \in J_1} x_j \leq b_1, \quad (2.9)$$

де множина A_1 містить індекси різних видів звичайних акцій, а через b_1 позначаються максимальні допустимі вкладення в звичайні акції.

Головний недолік цієї простої задачі лінійного програмування полягає в тому, що ризик, пов'язаний з інвестиціями, не враховується. Таким чином, портфель цінних паперів, який знаходиться в результаті розв'язування відповідної задачі лінійного програмування, може обіцяти високий середній очікуваний прибуток, але при цьому ризик, пов'язаний з інвестиціями, також буде великий. З огляду на небезпечність такого великого ризику справжній дохід може виявитися значно нижче очікуваного!

Модель II. В цій моделі враховується фактор ризику, пов'язаний з кожним видом цінних паперів.

Курс деяких цінних паперів, наприклад «спекулятивних акцій», має тенденцію до сильних коливань, що збільшує фактор ризику, пов'язаний з ними, але середній очікуваний дохід від них є високим в силу їх здатності до сильного підвищення.

З іншої сторони, «безпечні» інвестиції, такі, як поточні рахунки, банківські депозитні сертифікати, можуть давати менший дохід.

В якості міри інвестиційного ризику можна розглядати величину відхилення доходу від його середнього значення протягом останніх T років.

Позначимо через σ σ дисперсію (інвестиційний ризик) для цінних паперів виду I , яка обчислюється за формулою

$$\sigma_{jj}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_j(t) - \mu_j)^2. \quad (2.10)$$

Крім того, курс деякої групи цінних паперів може залежати від стану певної області економіки; спад в цій області призведе до падіння цін на всі цінні папери даної групи. Прикладами цінних паперів, курси яких схильні до сумісних коливань, є акції нафтових і автомобільних фірм і акції комунальних підприємств.

Для зменшення подібного ризику необхідно розподіляти інвестиції по різним групам цінних паперів. В такому розподілі використовується оцінка відношення рівнів доходу для кожної пари видів цінних паперів. Це відношення виражається величиною коваріації

Зауважимо, що при $I = I$ ця величина зводиться до дисперсії I -ого виду паперів. Таким чином, в якості міри інвестиційного ризику може слугувати величина

$$V = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij}^2 x_i x_j = x^T Q x, \quad (2.11)$$

де $Q_{(N \times N)} = [\sigma_{ij}^2]$ являє собою матрицю коваріацій для N видів цінних паперів.

Власник цінних паперів при визначенні портфелю цінних паперів може бути зацікавлений в отриманні заданого середнього очікуваного доходу при мінімальному ризику. Відповідну оптимізаційну задачу можна сформулювати наступним чином:

мінімізувати

$$Y = x^T Q x \quad (2.12)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^N x_j \leq C, \quad (2.13)$$

$$x_j \geq 0,$$

$$\mu^T x \geq R,$$

де R - це мінімальний середній очікуваний дохід при виборі портфеля.

В модель можуть бути введені додаткові подібні розглянутим вище обмеження, пов'язані з політикою фірми.

В цій моделі мінімізації ризику обмеження лінійні, а цільова функція квадратична. Отже, задача є задачею квадратичною програмування.

2.3. Розв'язування задачі вибору оптимального інверсійного портфеля методом Монте-Карло

Для наближеного розв'язування оптимізаційних задач оптимізації можна використати метод Монте-Карло [32, 80].

Суть методу: багато разів випадково береться точка (x_1, \dots, x_n) з допустимої області оптимізаційної задачі і обчислюється значення цільової функції в цій точці. Краще значення цільової функції (найбільше або найменше, в залежності від напрямку екстремум задачі) запам'ятовується.

Розглянемо приклад. Нехай збираються придбати акції трьох компаній ($N = 3$): Компанії 1, Компанії 2, Компанії 3. Відомо, скільки коштували акції станом на 1.01.2016, 01.01.2017, 01.01.2018, 01.01.2019, та вартість дивідендів, виплачених на одну акцію в ці роки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Ціни за акції та дивіденди

Назва Компанії	Ціна акції (станом на перше січня)				Дивіденди за акцію		
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018
Компанія 1	120	210	225	245	50	75	63
Компанія 2	75	89	115	245	10	100	150
Компанія 3	100	245	145	280	52	150	73

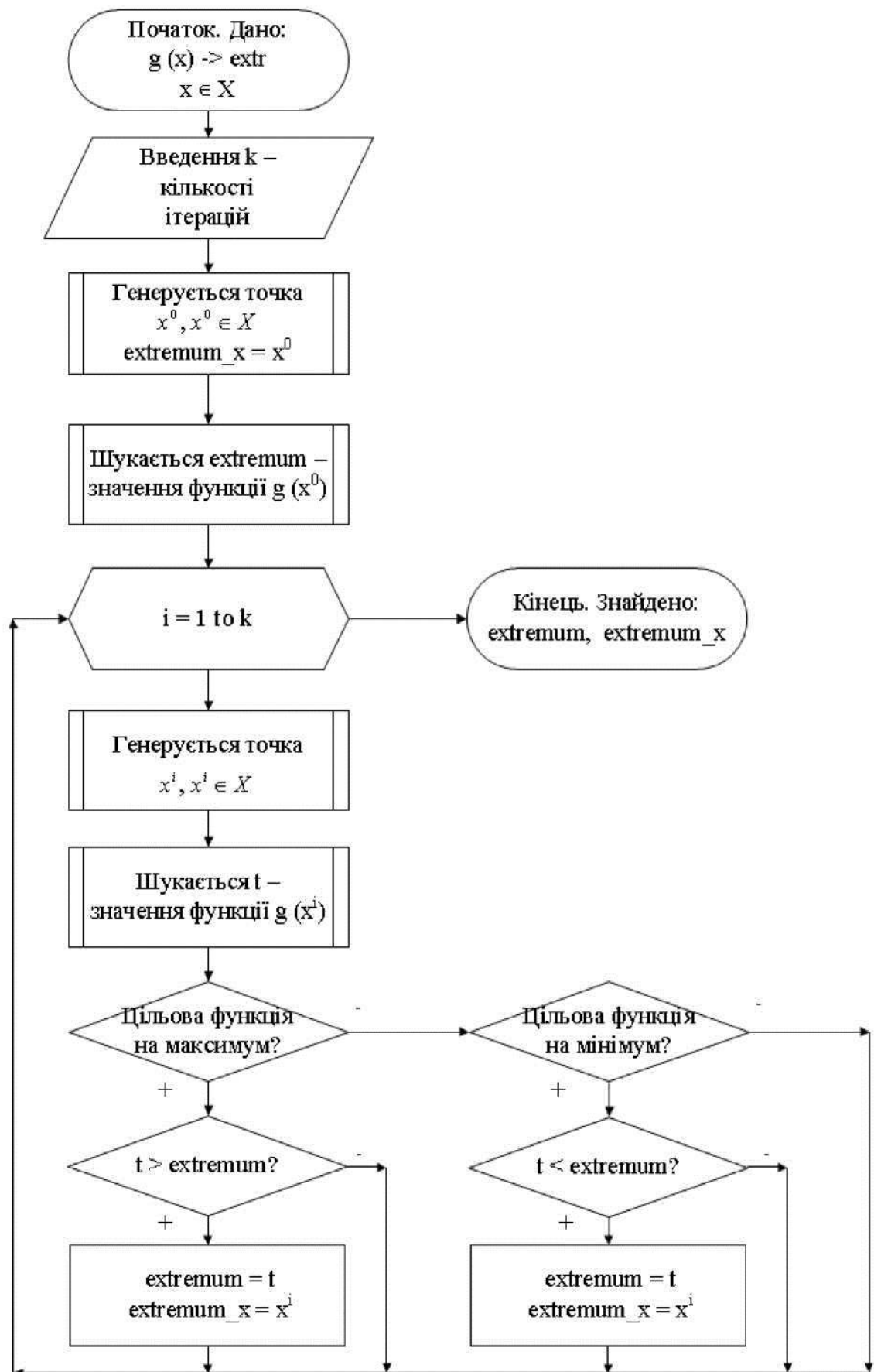


Рис. 2.1. Блок-схема алгоритму методу Монте-Карло

Джерело: побудовано за [32, 80]

Чим більше точок буде взято, тим більш точно буде обраховано розв'язок задачі.

Отримана таким чином відповідь задачі буде наближеною.

На рисунку 2.1 подана блок-схема алгоритму методу Монте-Карло.

Дані взяті за три роки, отже $T = 3$. Нехай планується вкласти капітал у розмірі $C = 2000$ грн., а мінімальний середній очікуваний дохід $Y = 2500$ грн.

Після цього для кожного року i розраховується $r_j(i)$ - загальний дохід

на одну грошову одиницю вкладень в цінні папери виду y за формулою

$$r_j(t) = \frac{p_j(t+1) - p_j(t) + d_j(t)}{p_j(t)} \quad (2.13)$$

де $P_y(i)$ - ціна паперів y -ого типу на початок року, а $Y_y(i)$ - сумарні дивіденди, отримані в i -ому році.

Після першого року, $i = 1$, отримуємо:

$$r_1(1) = \frac{p_1(2) - p_1(1) + d_1(1)}{p_1(1)} = \frac{210 - 120 + 50}{120} \approx 1,17. \quad (2.14)$$

$$r_2(1) = \frac{p_2(2) - p_2(1) + d_2(1)}{p_2(1)} = \frac{89 - 75 + 10}{75} \approx 0,32.$$

$$r_3(1) = \frac{p_3(2) - p_3(1) + d_3(1)}{p_3(1)} = \frac{245 - 100 + 52}{100} \approx 1,97. \quad (2.15)$$

Після другого року, $i = 2$, отримуємо:

$$r_1(2) = \frac{p_1(3) - p_1(2) + d_1(2)}{p_1(2)} = \frac{225 - 210 + 75}{210} \approx 0,43. \quad (2.16)$$

$$r_2(2) = \frac{p_2(3) - p_2(2) + d_2(2)}{p_2(2)} = \frac{115 - 89 + 100}{89} \approx 1,42. \quad (2.17)$$

$$r_3(2) = \frac{p_3(3) - p_3(2) + d_3(2)}{p_3(2)} = \frac{145 - 245 + 150}{245} \approx 0,20. \quad (2.18)$$

Після третього року, $i = 3$, отримуємо:

$$r_1(3) = \frac{p_1(4) - p_1(3) + d_1(3)}{p_1(3)} = \frac{245 - 225 + 63}{225} \approx 0,37. \quad (2.19)$$

$$r_2(3) = \frac{p_2(4) - p_2(3) + d_2(3)}{p_2(3)} = \frac{245 - 115 + 150}{115} \approx 2,43. \quad (2.20)$$

$$r_3(3) = \frac{p_3(4) - p_3(3) + d_3(3)}{p_3(3)} = \frac{280 - 145 + 73}{145} \approx 1,43. \quad (2.21)$$

За формулою

$$\mu_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_j(t) \quad (2.22)$$

розраховується середній дохід від цінних паперів виду y на вкладену грошову одиницю.

Отримуємо:

$$\mu_3 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_3(t) = \frac{1}{3} (r_3(1) + r_3(2) + r_3(3)) \approx \frac{1}{3} (1,97 + 0,20 + 1,43) \approx 1,20.$$

$$\mu_1 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_1(t) = \frac{1}{3} (r_1(1) + r_1(2) + r_1(3)) \approx \frac{1}{3} (1,17 + 0,43 + 0,37) \approx 0,65;$$

За формулою

$$\mu_2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_2(t) = \frac{1}{3} (r_2(1) + r_2(2) + r_2(3)) \approx \frac{1}{3} (0,32 + 1,42 + 2,43) \approx 1,39;$$

$$\sigma_{11}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_1(t) - \mu_1)(r_1(t) - \mu_1) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_1(t) - \mu_1)^2 =$$

$$\sigma_{ij}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_i(t) - \mu_i)(r_j(t) - \mu_j)$$

обчислюється матриця коваріацій.

Отримуємо:

$$\approx \frac{1}{3}((1,17 - 0,65)(0,32 - 1,39) + (0,43 - 0,65)(1,42 - 1,39) + (0,37 - 0,65)(2,43 - 1,39)) \approx$$

$$\approx -0,28.$$

$$\sigma_{13}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_1(t) - \mu_1)(r_3(t) - \mu_3) =$$

$$= \frac{1}{T}((r_1(1) - \mu_1)(r_3(1) - \mu_3) + (r_1(2) - \mu_1)(r_3(2) - \mu_3) + (r_1(3) - \mu_1)(r_3(3) - \mu_3)) \approx$$

$$\approx \frac{1}{3}((1,17 - 0,65)(1,97 - 1,2) + (0,43 - 0,65)(0,2 - 1,2) + (0,37 - 0,65)(1,43 - 1,2)) \approx 0,18$$

$$\sigma_{21}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_2(t) - \mu_2)(r_1(t) - \mu_1) =$$

$$= \frac{1}{T}((r_2(1) - \mu_2)(r_1(1) - \mu_1) + (r_2(2) - \mu_2)(r_1(2) - \mu_1) + (r_2(3) - \mu_2)(r_1(3) - \mu_1)) \approx$$

$$\approx \frac{1}{3}((0,32 - 1,39)(1,17 - 0,65) + (1,42 - 1,39)(0,43 - 0,65) + (2,43 - 1,39)(0,37 - 0,65)) \approx$$

$$\approx -0,28.$$

$$\sigma_{22}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_2(t) - \mu_2)(r_2(t) - \mu_2) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_2(t) - \mu_2)^2 =$$

$$= \frac{1}{T}((r_2(1) - \mu_2)^2 + (r_2(2) - \mu_2)^2 + (r_2(3) - \mu_2)^2) \approx$$

$$\approx \frac{1}{3}((0,32 - 1,39)^2 + (1,42 - 1,39)^2 + (2,43 - 1,39)^2) \approx 0,75$$

$$\begin{aligned}\sigma_{23}^2 &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_2(t) - \mu_2)(r_3(t) - \mu_3) = \\ &= \frac{1}{T} ((r_2(1) - \mu_2)(r_3(1) - \mu_3) + (r_2(2) - \mu_2)(r_3(2) - \mu_3) + (r_2(3) - \mu_2)(r_3(3) - \mu_3)) \approx \\ &\approx \frac{1}{3} ((0,32 - 1,39)(1,97 - 1,2) + (1,42 - 1,39)(0,2 - 1,2) + (2,43 - 1,39)(1,43 - 1,2)) \approx -0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{31}^2 &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_3(t) - \mu_3)(r_1(t) - \mu_1) = \\ &= \frac{1}{T} ((r_3(1) - \mu_3)(r_1(1) - \mu_1) + (r_3(2) - \mu_3)(r_1(2) - \mu_1) + (r_3(3) - \mu_3)(r_1(3) - \mu_1)) \approx \\ &\approx \frac{1}{3} ((1,97 - 1,2)(1,17 - 0,65) + (0,2 - 1,2)(0,43 - 0,65) + (1,43 - 1,2)(0,37 - 0,65)) \approx\end{aligned}$$

$\approx 0,18$.

$$\begin{aligned}\sigma_{32}^2 &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_3(t) - \mu_3)(r_2(t) - \mu_2) = \\ &\approx \frac{1}{3} ((1,97 - 1,2) = \frac{1}{T} ((r_3(1) - \mu_3)(r_2(1) - \mu_2) + (r_3(2) - \mu_3)(r_2(2) - \mu_2) + (r_3(3) - \mu_3)(r_2(3) - \mu_2)) \approx\end{aligned}$$

$$\sigma_{33}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_3(t) - \mu_3)(r_3(t) - \mu_3) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_3(t) - \mu_3)^2 =$$

Розв'яжемо задачу, використовуючи пакет MS Excel.

$$= \frac{1}{T} ((r_3(1) - \mu_3)^2 + (r_3(2) - \mu_3)^2 + (r_3(3) - \mu_3)^2) \approx$$

На рисунках 2.2-2.10 наведено, як задача розв'язувалась в MS Excel.

$$\approx \frac{1}{3} ((1,97 - 1,2)^2 + (0,2 - 1,2)^2 + (1,43 - 1,2)^2) \approx 0,55.$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			T=3	кількість років						
2										
3		Назва компанії	Ціна акції				Дивіденди за акцію			
4			(станом на перше січня)							
5			2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	
6		Компанія 1	120	210	225	245	50	75	63	
7		Компанія 2	75	89	115	245	10	100	150	
8		Компанія 3	100	245	145	280	52	150	73	
9										
10										
11			t=1	t=2	t=3	МО	$r_j(t) = \frac{p_j(t+1) - p_j(t) + d_j(t)}{p_j(t)}$			
12		r1(t)	1,17	0,43	0,37	0,65				
13		r2(t)	0,32	1,42	2,43	1,39	$\mu_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_j(t)$			
14		r3(t)	1,97	0,20	1,43	1,20				
15										
16										
17		сігма	1	2	3					
18		1	0,13	-0,28	0,18		$\sigma_{ij}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_i(t) - \mu_i)(r_j(t) - \mu_j)$			
19		2	-0,28	0,75	-0,20					
20		3	0,18	-0,20	0,55					

Рис. 2.2. Розв'язування в пакеті Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
23		Математична модель		C=2000			R=2500							
24		x1=	149,7											
25		x2=	941,5											
26		x3=	908,8											
27														
28		Цільова функція												
29		740 550,15		$0,13x_1^2 - 0,28x_1x_2 + 0,18x_1x_3 - 0,28x_2x_1 + 0,75x_2^2 - 0,2x_2x_3 + 0,18x_3x_1 - 0,2x_3x_2 + 0,55x_3^2 \rightarrow \min$										
30														
31		Обмеження												
32		2000	≤	2000	$x_1 + x_2 + x_3 \leq 2000$									
33		2500	≥	2500	$0,65x_1 + 0,22x_2 + 0,91x_3 \geq 10\ 000$									
34					$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \quad x_3 \geq 0$									

Рис. 2.3 Розв'язування в пакеті Excel (продовження рис. 2.2)

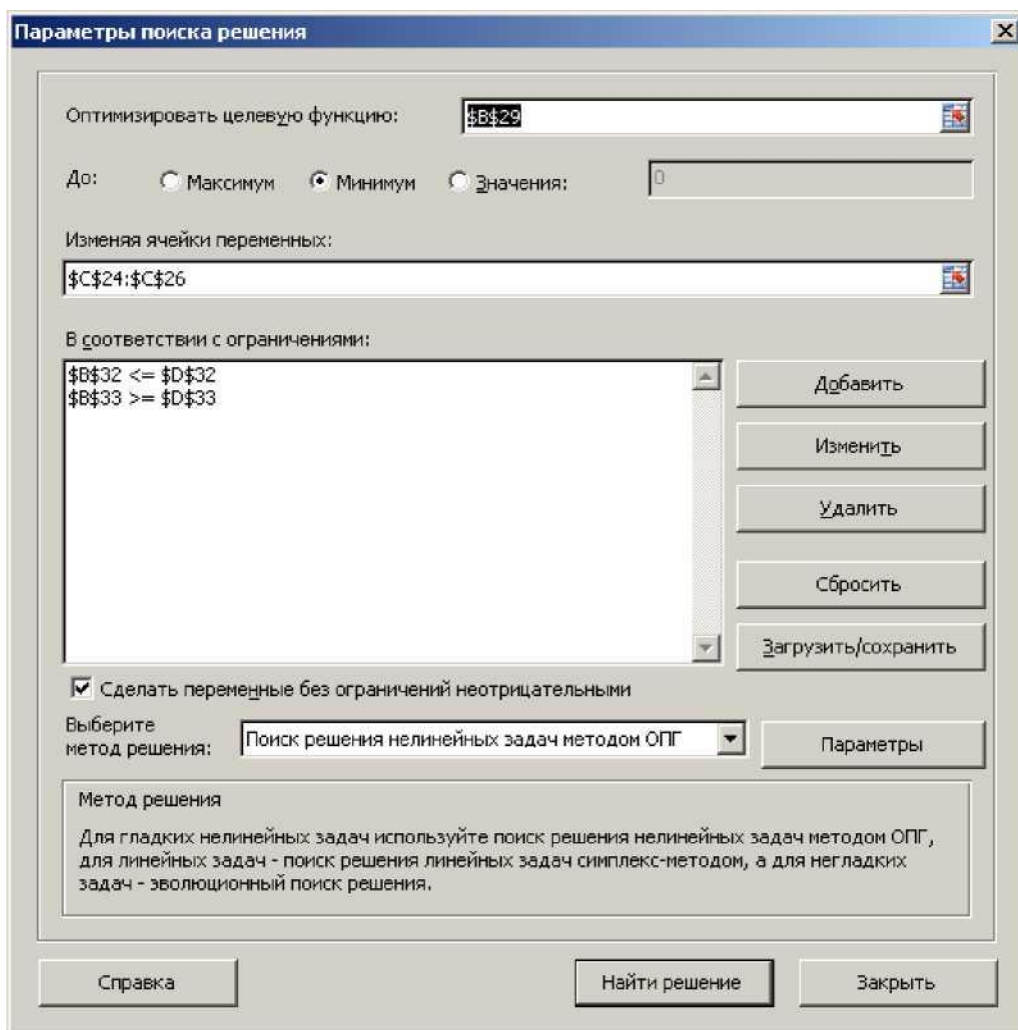


Рис. 2.4. Вікно «Пошук розв'язку» в Excel

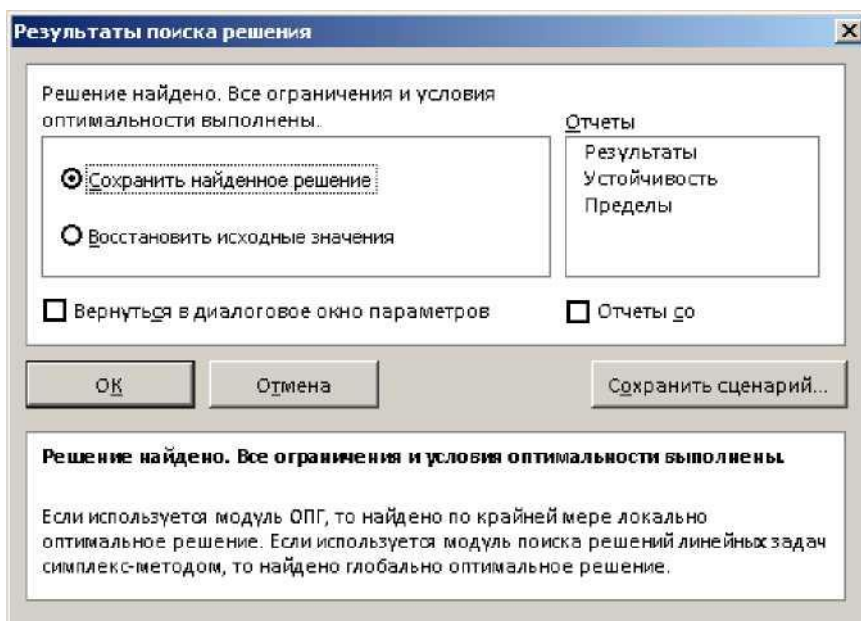


Рис.2.5. Результаты «Пошук розв'язку»

	A	B	C
1		T=	3
2			
3		Назва	
4		компанії	
5		2016	
6		Компанія 1	120
7		Компанія 2	75
8		Компанія 3	100
9			
10			
11			t=1
12		r1(t)	= $(D6-C6+G6)/C6$
13		r2(t)	= $(D7-C7+G7)/C7$
14		r3(t)	= $(D8-C8+G8)/C8$
15			
16			
17		сігма	1
18		1	= $((C12-F12)^2+(D12-F12)^2+(E12-F12)^2)/3$
19		2	= $((C13-F13)*(C12-F12)+(D13-F13)*(D12-F12)+(E13-F13)*(E12-F12))/3$
20		3	= $((C14-F14)*(C12-F12)+(D14-F14)*(D12-F12)+(E14-F14)*(E12-F12))/3$

Рис. 2.6. Формули в Excel

	D
1	кількість років
2	
3	Ціна акцій
4	(станом на перше січня)
5	2017
6	210
7	89
8	245
9	
10	
11	t=2
12	= $(E6-D6+H6)/D6$
13	= $(E7-D7+H7)/D7$
14	= $(E8-D8+H8)/D8$
15	
16	
17	2
18	= $((C12-F12)*(C13-F13)+(D12-F12)*(D13-F13)+(E12-F12)*(E13-F13))/3$
19	= $((C13-F13)^2+(D13-F13)^2+(E13-F13)^2)/3$
20	= $((C14-F14)*(C13-F13)+(D14-F14)*(D13-F13)+(E14-F14)*(E13-F13))/3$

Рис. 2.7. Формули в Excel (продовження рис. 2.6)

	E	F	G	H	I
1					
2					
3					
4				Дивіденди за акцію	
5	2018	2019	2016	2017	2018
6	225	245	50	75	63
7	115	245	10	100	150
8	145	280	52	150	73
9					
10					
11	t=3	міс			
12	= (F6-E6+I6)/E6	=СУММ(C12:E12)/СC\$1			
13	= (F7-E7+I7)/E7	=СУММ(C13:E13)/СC\$1			
14	= (F8-E8+I8)/E8	=СУММ(C14:E14)/СC\$1			
15					
16					
17	3				
18	= ((C12-F12)*(C14-F14)+(D12-F12)*(D14-F14)+(E12-F12)*(E14-F14))/3				
19	= ((C13-F13)*(C14-F14)+(D13-F13)*(D14-F14)+(E13-F13)*(E14-F14))/3				
20	= ((C14-F14)^2+(D14-F14)^2+(E14-F14)^2)/3				

Рис. 2.8. Формули в Excel (продовження рис. 2.7)

	A	B	C	D	E	F	G	H
23		Математична модель		C=	2000		R=	2500
24		x1=	149,707939742891					
25		x2=	941,467951482544					
26		x3=	908,824108774565					

Рис. 2.9. Формули в Excel (продовження рис. 2.8)

	A	B
28		Цільова функція
29		=C18*(x1^2)+D18*x1*x2+E18*x1*x3+C19*x2*x1+D19*(x2^2)+E19*x2*x3+C20*x3*x1+D20*x3*x2+E20*(x3^2)
30		
31		Обмеження
32		=СУММ(C24:C26)
33		=СУММПРОИЗВ(F12:F14;C24:C26)

Рис. 2.10. Формули в Excel (продовження рис. 2.9)

Отже, маємо відповідь (рис. 2.3): $x_1 \ll 149,7$; $x_2 \sim 971,5$; $x_3 \ll 908,8$. Тобто за умови мінімізації ризику отримали, що в акції *Компанії 1* слід вкласти приблизно 149,7 грн., в акції *Компанії 2* слід вкласти приблизно 941,5 грн., в акції *Компанії 3* - приблизно 908,8 грн.

Тепер розв'яжемо задачу, наклавши обмеження, що змінні x_1 , x_2 , x_3 -

цілі.

На рисунках 2.2, 2.6-2.13 наведено процес розв'язування цілочислової задачі в MS Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
23		Математична модель		C= 2000			R= 2500							
24		x1=	150											
25		x2=	943											
26		x3=	907											
27														
28		Цільова функція												
29		740 746,52												
30														
31		Обмеження												
32		2000	≤	2000										
33		2500,126886	≥	2500										
34														
35														

Рис. 2.11. Розв'язування в пакеті Excel при цілочислових змінних (продовження рис. 2.2)

Отже, маємо відповідь (рис. 2.11): $x_1 = 150$; $x_2 = 943$; $x_3 = 907$.

Тобто за умови мінімізації ризику отримали, що в акції *Компанії 1* слід вкласти 150 грн., в акції *Компанії 2* слід вкласти 943 грн., в акції *Компанії 3* - 907 грн.

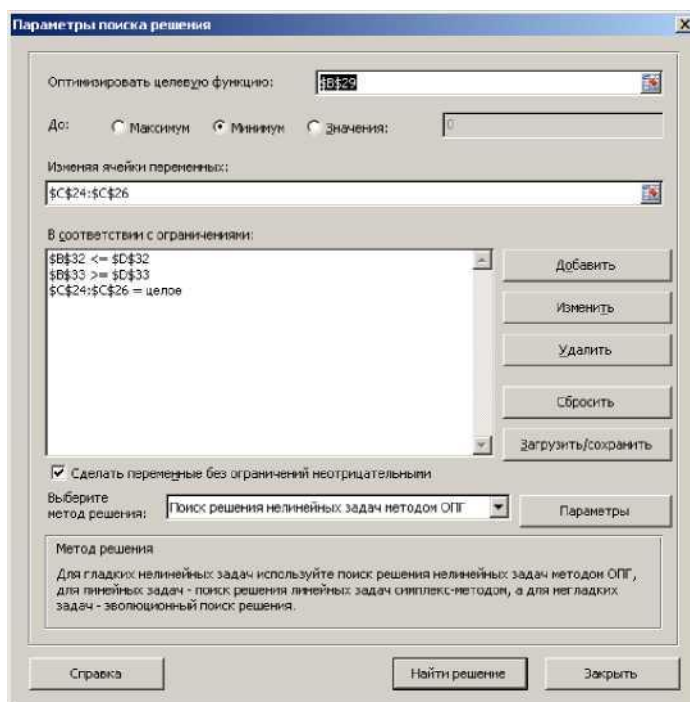


Рис. 2.12. Вікно «Пошук розв'язку» в Excel (при цілочислових змінних)

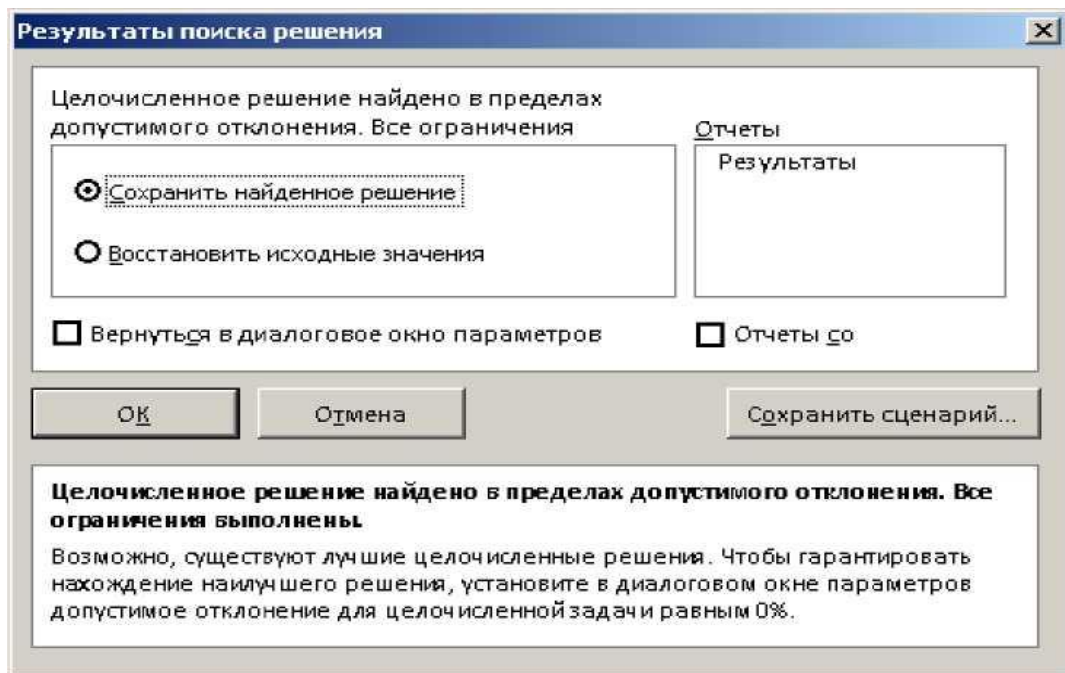


Рис. 2.13. Результаты «Пошук розв'язку» (при цілочислових змінних)

Провівши дослідження, можемо зробити наступні висновки: ми виконали огляд задач вибору портфеля інвестицій та їх моделей; виклали метод Монте-Карло для розв'язування задачі про портфель інвестицій. Цей метод алгоритмізовано та висвітлено у вигляді блок-схеми.

Метод Монте-Карло дає наближений розв'язок. Перевагою його використання є те, що метод простий в реалізації; швидко знаходить розв'язок задачі; отриманий наближений розв'язок достатньо близький до точного.

Проілюстрована побудова моделі задачі на одному прикладі та здійснено розв'язування задачі за допомогою пакету Excel. Розв'язок в Excel знаходився для двох модифікації моделі, виходячи з припущень: (перша модель) змінні - додатні числа; (друга модель) змінні - додатні та цілі числа.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ПОРТФЕЛЯ ІНВЕСТИЦІЙ

3.1. Інструкція по роботі з програмою

Розглянемо роботу програми на прикладі з пункту 2.3.

На рисунку 3.1 представлено створений програмний продукт.

З клавіатури З файлу

Кількість видів цінних паперів (шт.) N =

Капітал, вкладаємий в цінні папери, (грн.) C =

Період, за який робляться розрахунки, (роки) T =

Мінімальний середній очікуваний дохід (грн.) R =

Ціна цінних паперів за останні T років на початок кожного року (грн.);
сумарні дивіденди, отримані за кожний рік (грн.)

Цінні папери	Ціна			Дивіденди		
	1 рік	2 рік	3 рік	1 рік	2 рік	3 рік
1 вид						
2 вид						
3 вид						
4 вид						
5 вид						

Розрахувати Очистити

Рис. 3.1. Після запуску програми

У програмі вхідні дані можна ввести з клавіатури, задавши інформацію у відповідні поля та таблицю (рис. 3.2), або зчитати з файлу (рис. 3.3).

З клавіатури З файлу

Кількість видів цінних паперів (шт.) N =

Капітал, вкладаємий в цінні папери, (грн.) C =

Період, за який робляться розрахунки, (роки) T =

Мінімальний середній очікуваний дохід (грн.) R =

Ціна цінних паперів за останні T років на початок кожного року (грн.);
сумарні дивіденди, отримані за кожний рік (грн.)

Цінні папери	Ціна				Дивіденди		
	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	1 рік	2 рік	3 рік
1 вид	120	210	225	245	50	75	63
2 вид	75	89	115	245	10	100	150
3 вид	100	245	145	280	52	150	73

Розрахувати Очистити

Рис. 3.2. Головне вікно програми з даними прикладу

При зчитуванні з файлу потрібно створити його з ім'ям «Given.txt» в тій же папці, що і програма.

Структура файлу повинна бути такою (рис. 3.3):

- 1-ий рядок - N ,
- 2-ий рядок - C ,
- 3-ий рядок - T ,
- 4-ий рядок - R ,
- далі - матриця цін на початок кожного року, кожний рядок відповідає j -ому виду акцій.
- далі - матриця дивідендів за рік, кожний рядок відповідає j -ому виду акцій.

На рисунку 3.3 показано вигляд файлу для прикладу.

N	→	3			
C	→	2000			
T	→	3			
R	→	2500			
		120	210	225	245
Ціни	→	75	89	115	245
		100	245	145	280
		50	75	63	
Дивіденди	→	10	100	150	
		52	150	73	

Рис. 3.3. Текстовий файл з даними

Для взяття початкових даних з файлу слід натиснути кнопку «Зчитати з файлу».

Після введення даних тим чи іншим способом натискається кнопка «Розрахувати».

Після цього для кожного року I розраховується (i) - загальний дохід на одну грошову одиницю вкладень в цінні папери виду J .

Для нашого прикладу загальний дохід за кожен рік представлено на рис. 3.4-3.6.

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Після 1-ого року ($t = 1$)

Цінні папери	Ціна на початок року $p(t)$	Ціна на кінець року $p(t+1)$	Дивіденди $d(t)$	Дохід $r(t)$
1 вид	120	210	50	1,17
2 вид	75	89	10	0,32
3 вид	100	245	52	1,97

Рис. 3.4. Загальний дохід за перший рік

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Після 2-ого року ($t = 2$)

Цінні папери	Ціна на початок року $p(t)$	Ціна на кінець року $p(t+1)$	Дивіденди $d(t)$	Дохід $r(t)$
1 вид	210	225	75	0,43
2 вид	89	115	100	1,42
3 вид	245	145	150	0,20

Рис. 3.5. Загальний дохід за другий рік

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Після 3-ого року ($t = 3$)

Цінні папери	Ціна на початок року $p(t)$	Ціна на кінець року $p(t+1)$	Дивіденди $d(t)$	Дохід $r(t)$
1 вид	225	245	63	0,37
2 вид	115	245	150	2,43
3 вид	145	280	73	1,43

Рис. 3.6 Загальний дохід за третій рік

Далі розраховується - середній дохід від цінних паперів виду J на 2 вкладену грошову одиницю (рис. 3.7) та матриця коваріацій (рис. 3.8).

Цінні папери	Середній дохід
1 вид	0,66
2 вид	1,39
3 вид	1,20

Рис. 3.7 Середній дохід від цінних паперів за три роки

	1 вид	2 вид	3 вид
1 вид	0,13	-0,28	0,18
2 вид	-0,28	0,75	-0,20
3 вид	0,18	-0,20	0,55

Рис. 3.8 Матриця коваріацій

Тепер програма знає всі параметри для побудови моделі задачі отримання середнього очікуваного доходу при мінімальному ризику.

Далі отримана задача розв'язується методом Монте-Карло (рис. 3.9). Відповідь, видана програмою: мінімізуючи ризик маємо, що в акції *Компанії 1* слід вкласти 350 грн., в акції *Компанії 2* вкласти 334 грн., в акції *Компанії 3* слід вкласти 1 637 грн. (рис. 3.9).

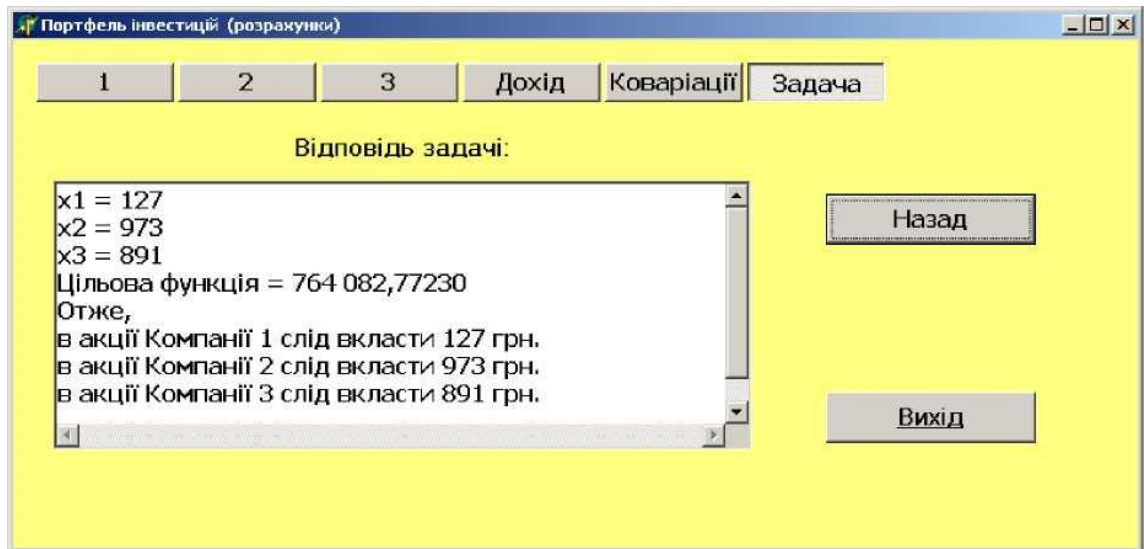


Рис. 3.9 Розв'язок задачі

Більш детальний хід розв'язування задачі програма виносить до файлу «Result.txt».

Файл створюється там же, де програма. Вміст файлу зображено на рисунках 3.10-3.16.

До файлу виносяться точки, згенеровані випадковим чином у методі Монте-Карло, які покращують значення цільової функції.

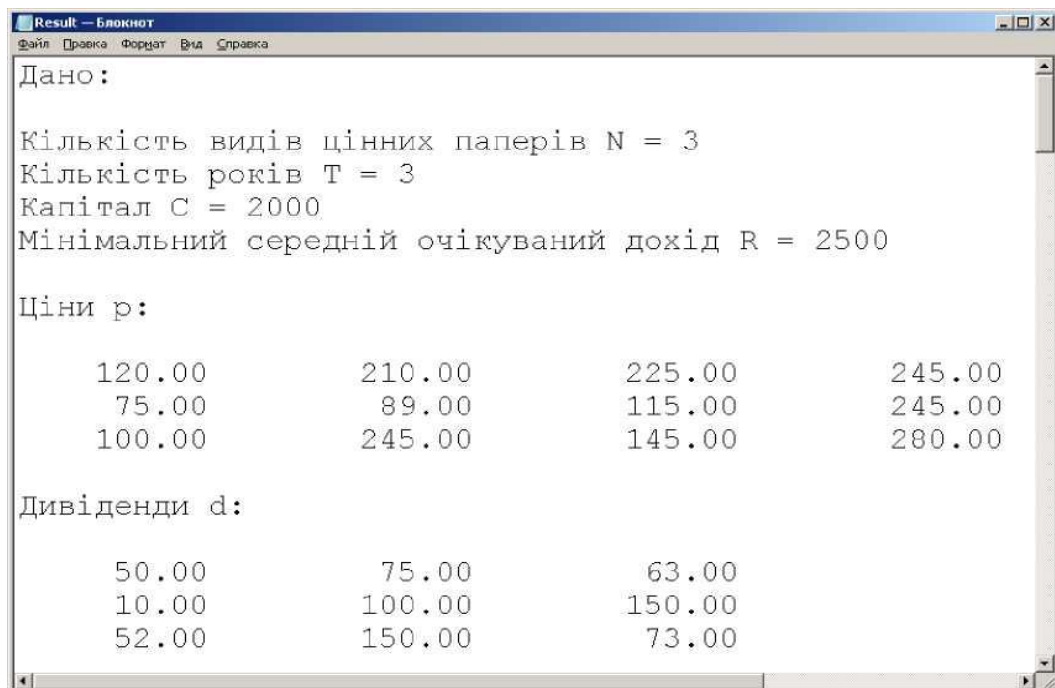
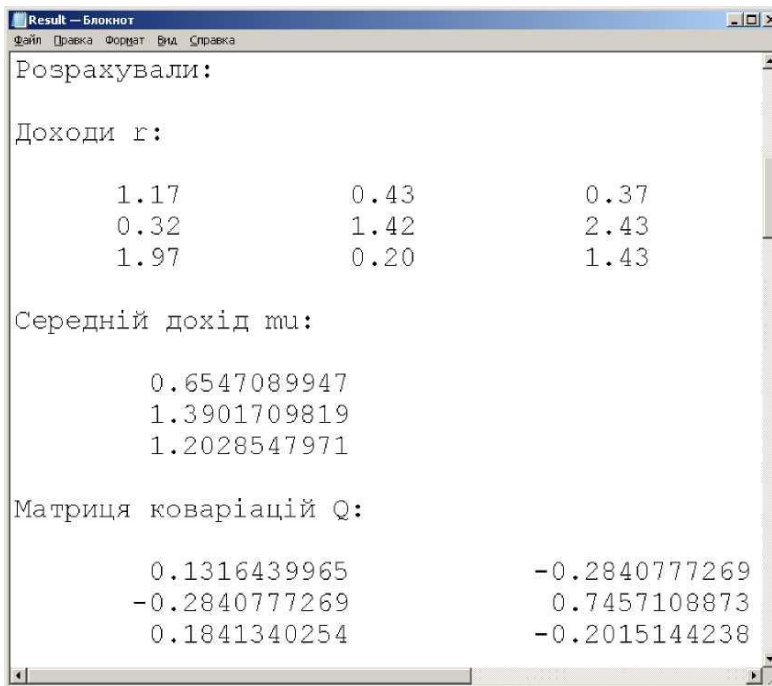


Рис. 3.10 Файл з ходом розв'язуванням задачі



```

Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

Розраховали:

Доходи r:

      1.17      0.43      0.37
      0.32      1.42      2.43
      1.97      0.20      1.43

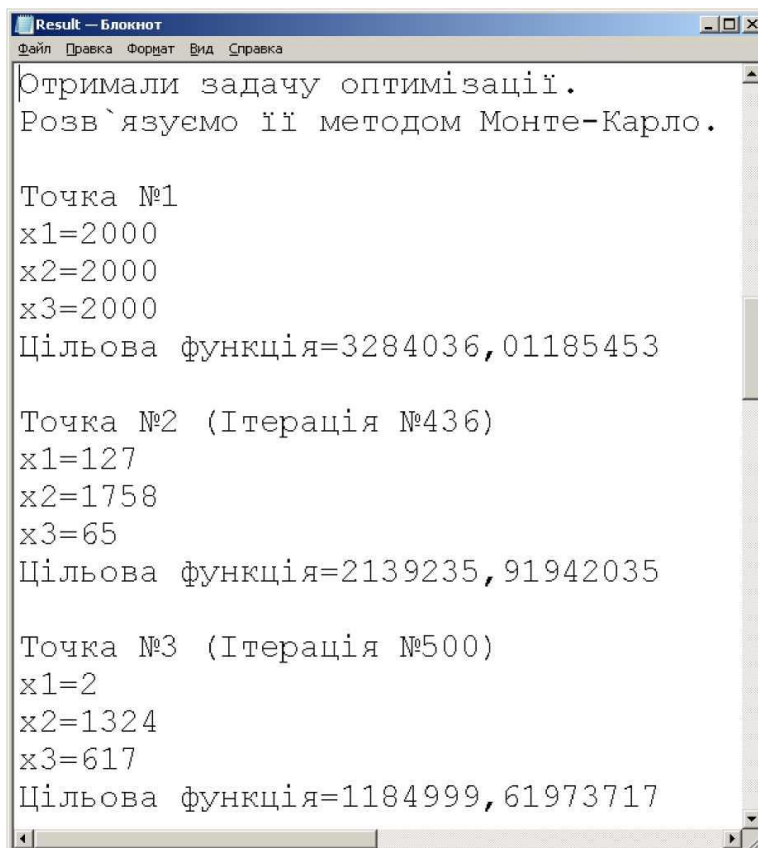
Середній дохід mu:

      0.6547089947
      1.3901709819
      1.2028547971

Матриця коваріацій Q:

      0.1316439965      -0.2840777269
     -0.2840777269      0.7457108873
      0.1841340254      -0.2015144238
  
```

Рис. 3.11. Файл з ходом розв'язуванням задачі



```

Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

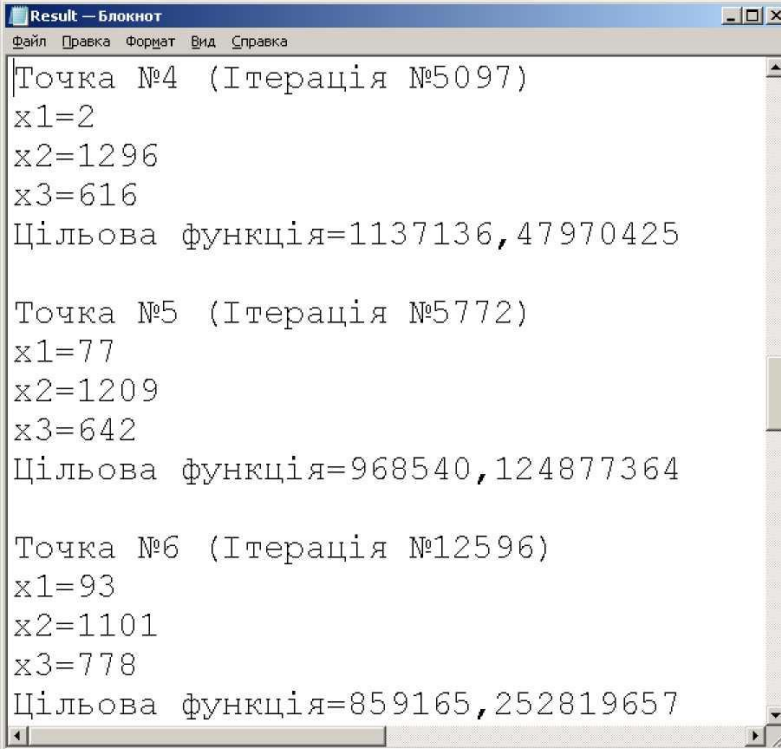
Отримали задачу оптимізації.
Розв'язуємо її методом Монте-Карло.

Точка №1
x1=2000
x2=2000
x3=2000
Цільова функція=3284036,01185453

Точка №2 (Ітерація №436)
x1=127
x2=1758
x3=65
Цільова функція=2139235,91942035

Точка №3 (Ітерація №500)
x1=2
x2=1324
x3=617
Цільова функція=1184999,61973717
  
```

Рис. 3.12. Файл з ходом розв'язуванням задачі



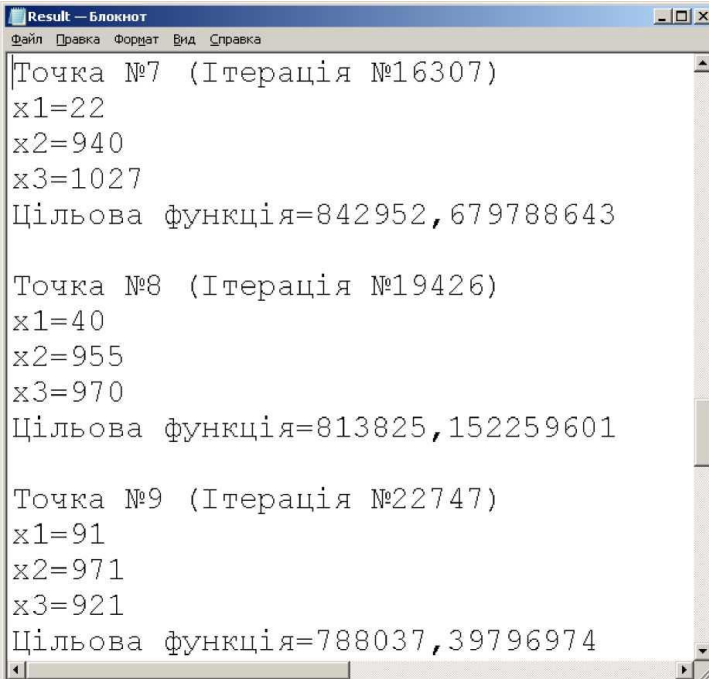
```
Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

Точка №4 (Ітерація №5097)
x1=2
x2=1296
x3=616
Цільова функція=1137136,47970425

Точка №5 (Ітерація №5772)
x1=77
x2=1209
x3=642
Цільова функція=968540,124877364

Точка №6 (Ітерація №12596)
x1=93
x2=1101
x3=778
Цільова функція=859165,252819657
```

Рис. 3.13. Файл з ходом розв'язуванням задачі



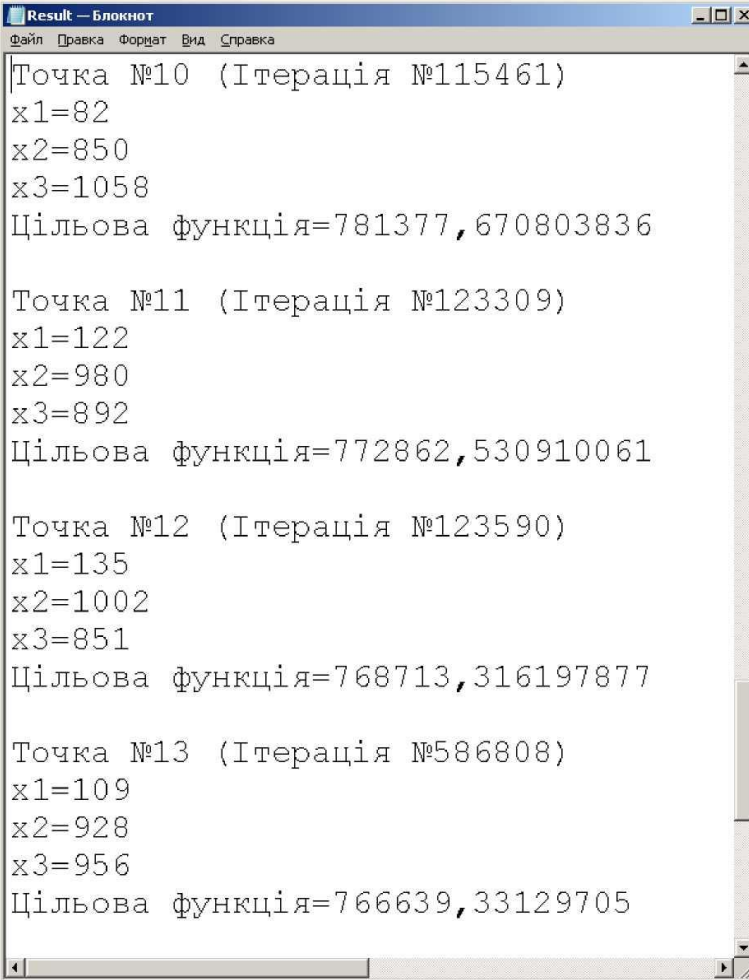
```
Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

Точка №7 (Ітерація №16307)
x1=22
x2=940
x3=1027
Цільова функція=842952,679788643

Точка №8 (Ітерація №19426)
x1=40
x2=955
x3=970
Цільова функція=813825,152259601

Точка №9 (Ітерація №22747)
x1=91
x2=971
x3=921
Цільова функція=788037,39796974
```

Рис. 3.14. Файл з ходом розв'язуванням задачі



```

Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

Точка №10 (Ітерація №115461)
x1=82
x2=850
x3=1058
Цільова функція=781377,670803836

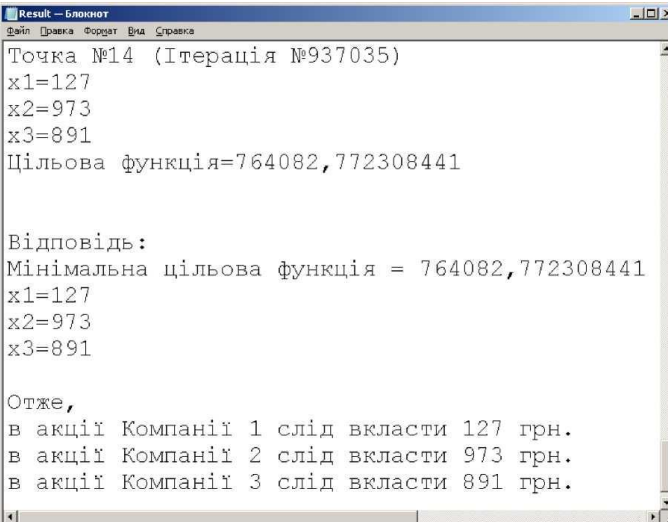
Точка №11 (Ітерація №123309)
x1=122
x2=980
x3=892
Цільова функція=772862,530910061

Точка №12 (Ітерація №123590)
x1=135
x2=1002
x3=851
Цільова функція=768713,316197877

Точка №13 (Ітерація №586808)
x1=109
x2=928
x3=956
Цільова функція=766639,33129705

```

Рис. 3.15. Файл з ходом розв'язуванням задачі



```

Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

Точка №14 (Ітерація №937035)
x1=127
x2=973
x3=891
Цільова функція=764082,772308441

Відповідь:
Мінімальна цільова функція = 764082,772308441
x1=127
x2=973
x3=891

Отже,
в акції Компанії 1 слід вкласти 127 грн.
в акції Компанії 2 слід вкласти 973 грн.
в акції Компанії 3 слід вкласти 891 грн.

```

Рис. 3.16. Файл з ходом розв'язуванням задачі

3.2. Опис програми

Програму створено на Delphi з використанням мови програмування Object Pascal.

В програмі було сконструйовано дві форми (рис. 3.17-3.21).

Перша форма (головне вікно програми) призначена для введення всіх даних з клавіатури або з файлу (рис. 3.1, 3.17).

Також на ній є кнопка «Очистити» для видалення всіх даних з обох форм. А за допомогою кнопки «Розрахувати» шукається розв'язок задачі.

Друга форма містить декілька вкладок.

Перші вкладки (рис. 3.4-3.6, 3.18) містять статистичні дані за кожний рік з розрахованим загальним доходом за цей рік $r_j(t)$.

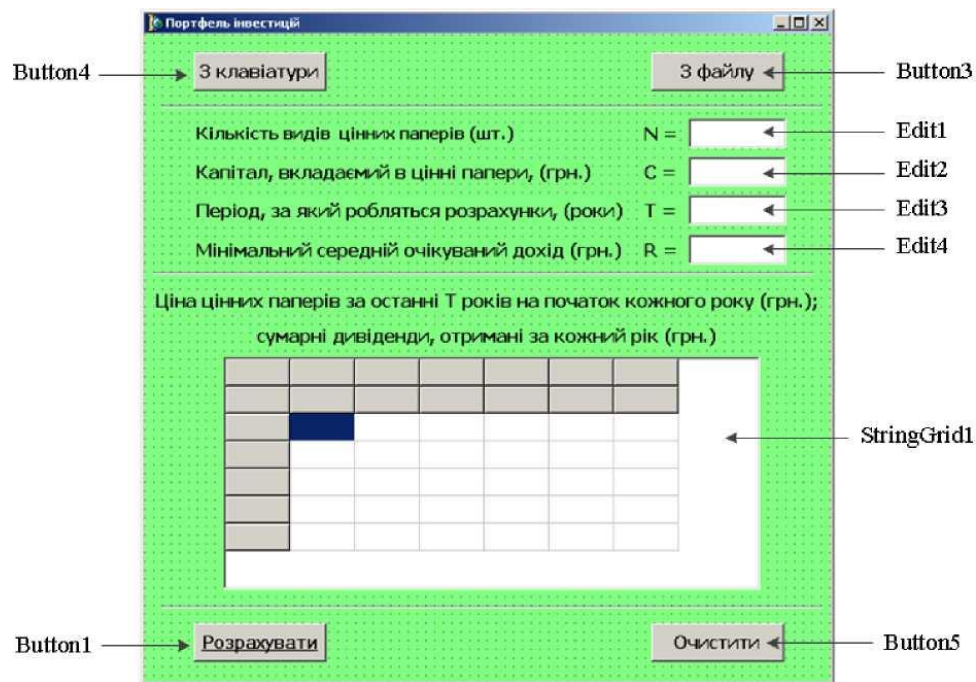


Рис. 3.17. Перша форма

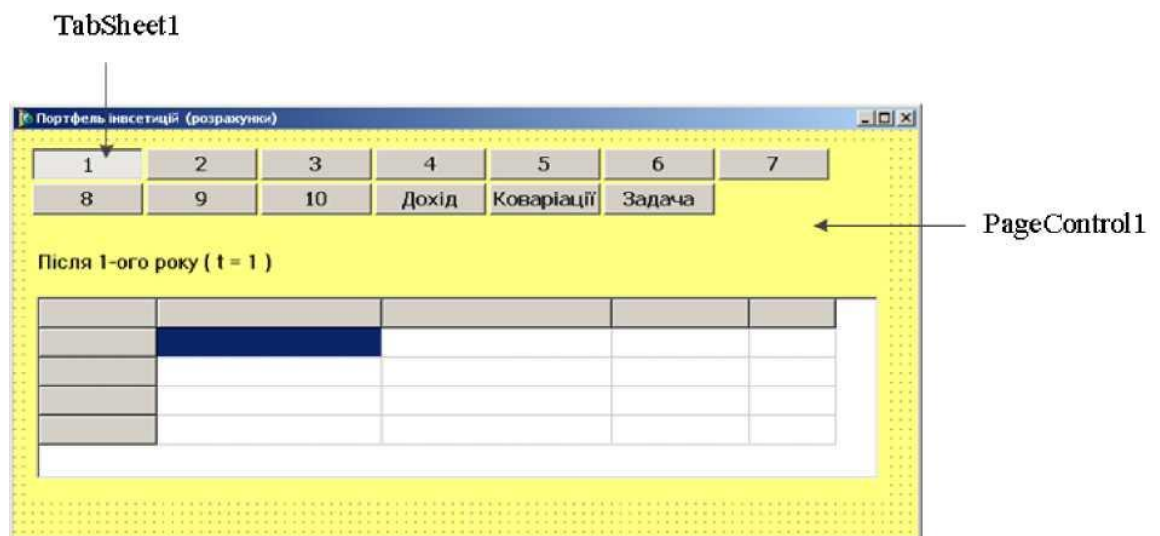


Рис. 3.18. Друга форма (перша вкладка)

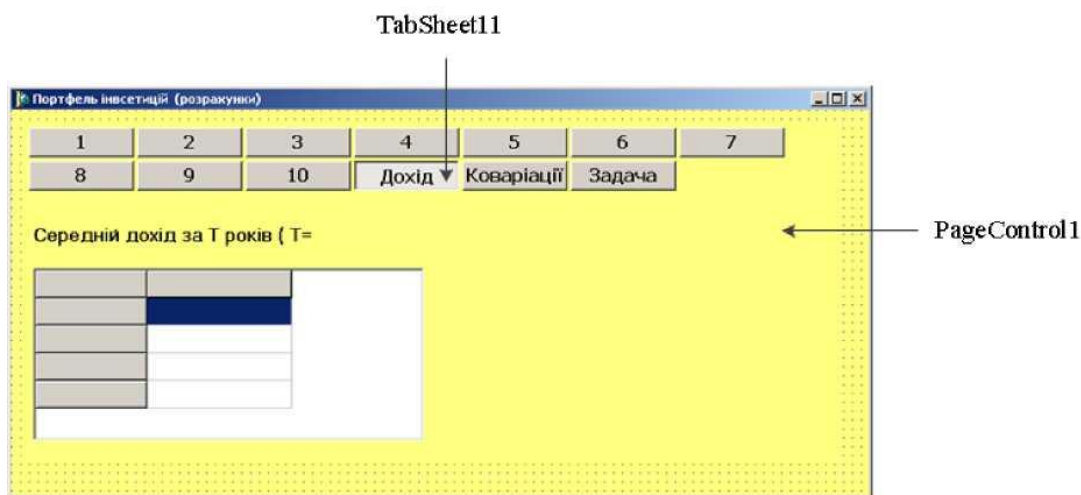


Рис. 3.19. Друга форма (вкладка «Дохід»)



Рис. 3.20. Друга форма (вкладка «Коваріації»)

Наступні дві вкладки містять розрахований середній дохід (рис. 3.7, 3.19) та матрицю коваріацій (рис. 3.8, 3.20) (дані цих вкладок є елементами оптимізаційної моделі).

Остання вкладка (рис. 3.9, 3.21) виводить наближений розв'язок задачі.

Кнопка «Назад» (рис. 3.9, 3.21) на останній вкладці здійснює перехід до головного вікна (рис. 3.1, 3.2), а кнопка «Вихід» завершує роботу з програмою.

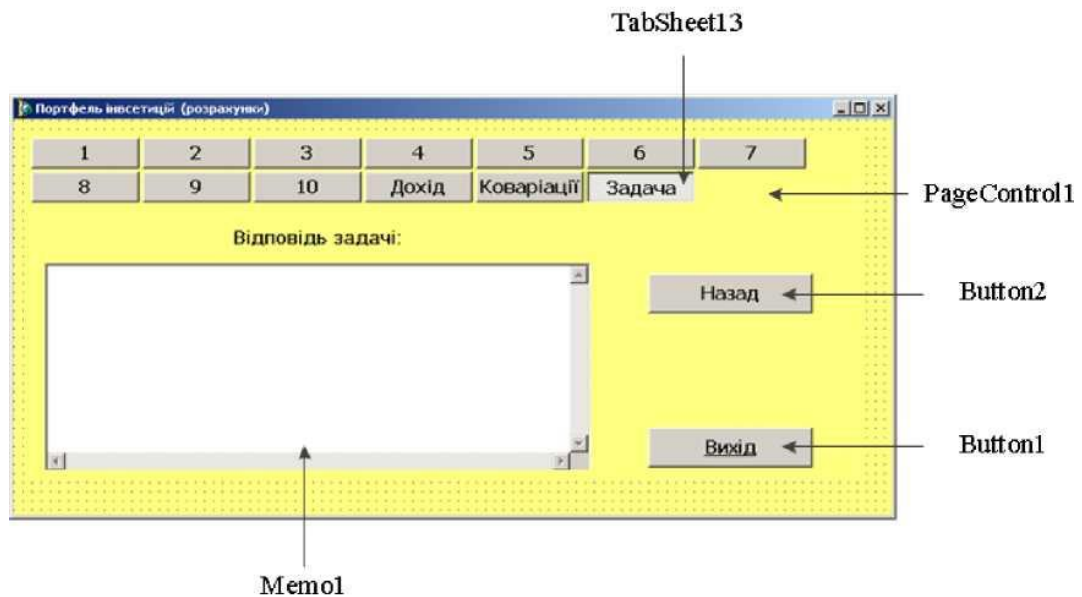


Рис. 3.21. Друга форма (вкладка «Задача»)

Програма має обмеження на кількість років - не більше 10.

У випадку порушення цієї умови виводиться відповідне повідомлення (рис. 3.17) і пропонується ввести коректне T .

В програмі здійснена перевірка на коректність дій користувача.

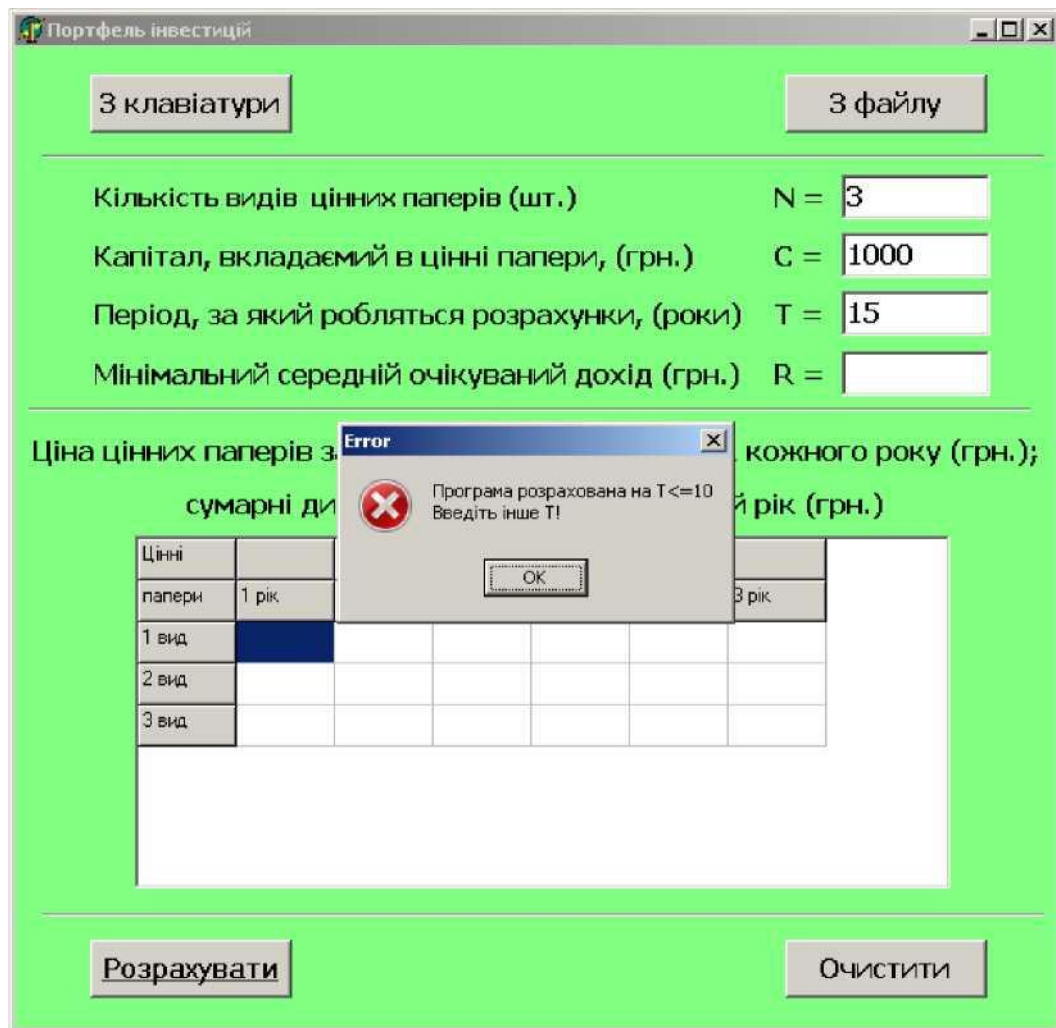
Зокрема, в поля і до таблиці заборонено вводити символи. Перевіряється, щоб не було пустих або нульових значень в полях (рис. 3.18-3.21), не було пустих клітинок в таблиці (рис. 3.22).

Якщо в програмі не було знайдено жодної допустимої відповіді, то видається відповідне повідомлення на екран (рис. 3.23) і у файл (рис. 3.24).

Розглянемо структуру програми. Першій формі програми відповідає модуль *uni11*, другій формі - *uni12*.

Для першої форми було створено ряд підпрограм, заголовки та призначення яких подано у таблиці 3.1.

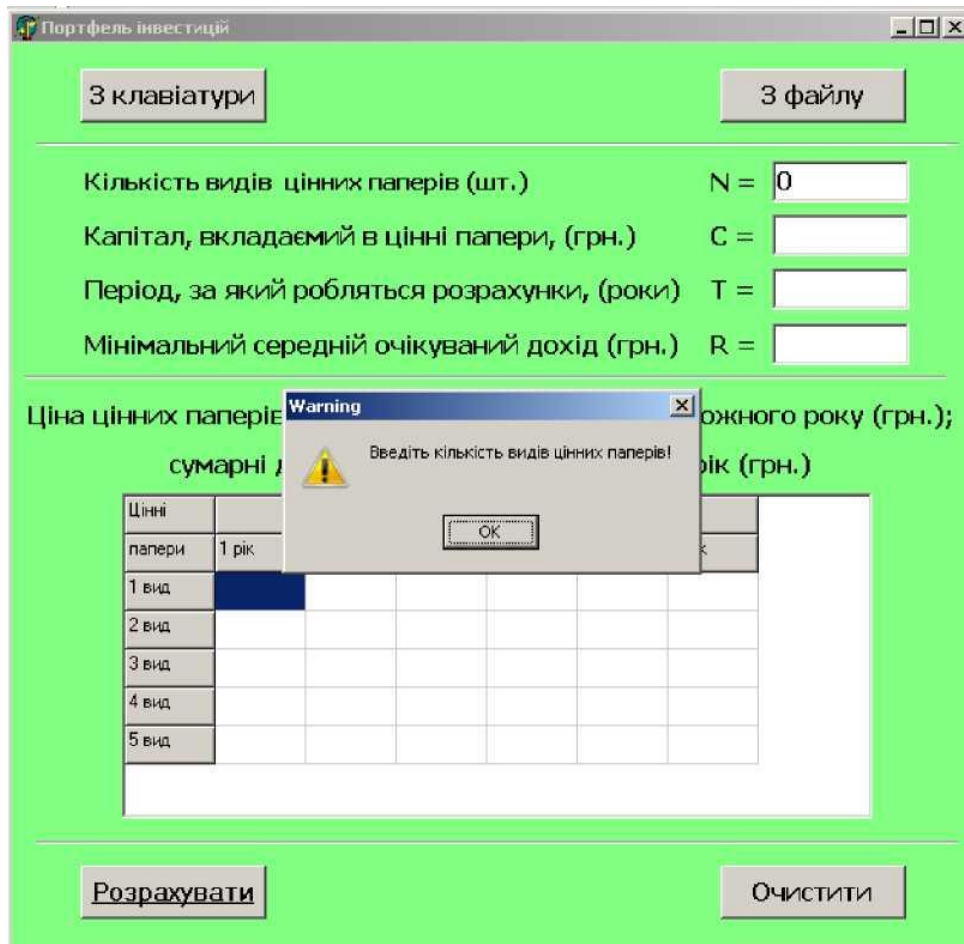
Для другої форми було створено ряд підпрограм, заголовки та призначення яких подано у таблиці 3.2.

Рис. 3.17. Попередження про T

Таблиця 3.1

Підпрограми модуля *Unit1*

№	Заголовок підпрограми	Призначення
1	procedure FormCreate (Sender: TObject);	Запуск датчика випадкових чисел. Налаштування вигляду для шапки та боковика таблиці.
2	procedure Edit1KeyPress (Sender: TObject; var Key: Char);	Перевірка коректності введених даних для поля N (кількості видів паперів).

Рис. 3.18. Попередження про некоректне значення в полі *N*

Продовження таблиці 3.1

№	Заголовок підпрограми	Призначення
3	procedure Edit2KeyPress (Sender: TObject; var Key: Char);	Перевірка коректності введених даних для поля <i>C</i> (капіталу).
4	procedure Edit3KeyPress (Sender: TObject; var Key: Char);	Перевірка коректності введених даних для поля <i>T</i> (періоду).
5	procedure Edit4KeyPress (Sender: TObject; var Key: Char);	Перевірка коректності введених даних для поля <i>R</i> (мінімального середнього очікуваного доходу).

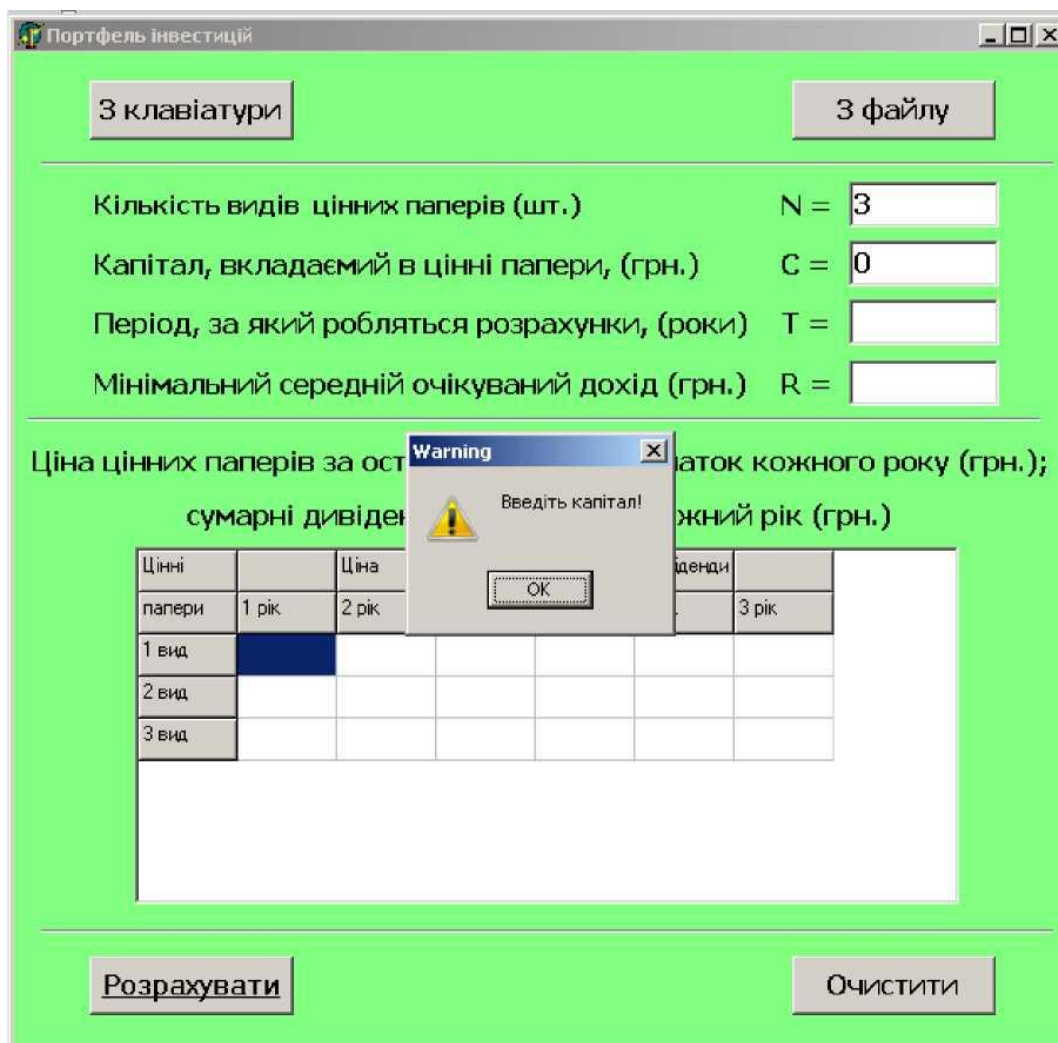
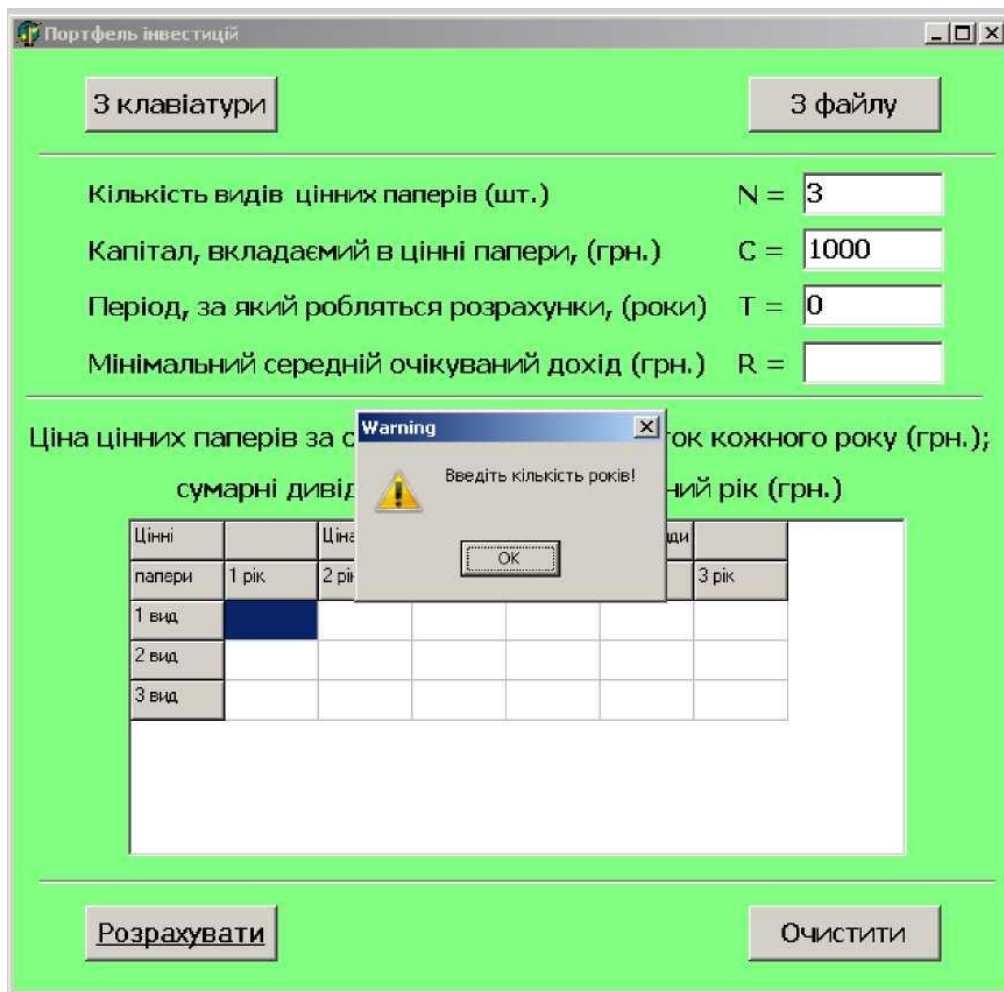


Рис. 3.19. Попередження про некоректне значення в полі *C*

Продовження таблиці 3.1

№	Заголовок підпрограми	Призначення
6	procedure Edit1Change (Sender: TObject);	Перевірка коректності введених даних для поля <i>N</i> (кількості видів цінних паперів).
7	procedure Edit2Change (Sender: TObject);	Перевірка коректності введених даних для поля <i>C</i> (капіталу).
8	procedure Edit3Change (Sender: TObject);	Встановлення кількості стовпців у таблиці в залежності від <i>T</i> .

Рис. 3.20. Попередження про некоректне значення в полі T

Продовження таблиці 3.1

№	Заголовок підпрограми	Призначення
9	procedure Edit4Change (Sender: TObject);	Перевірка коректності введених даних для поля $Я$ (мінімального середнього очікуваного доходу).
10	procedure Edit1Exit (Sender: TObject);	Розблокування наступного в черзі поля вводу.
11	procedure Edit2Exit (Sender: TObject);	Розблокування наступного в черзі поля вводу.

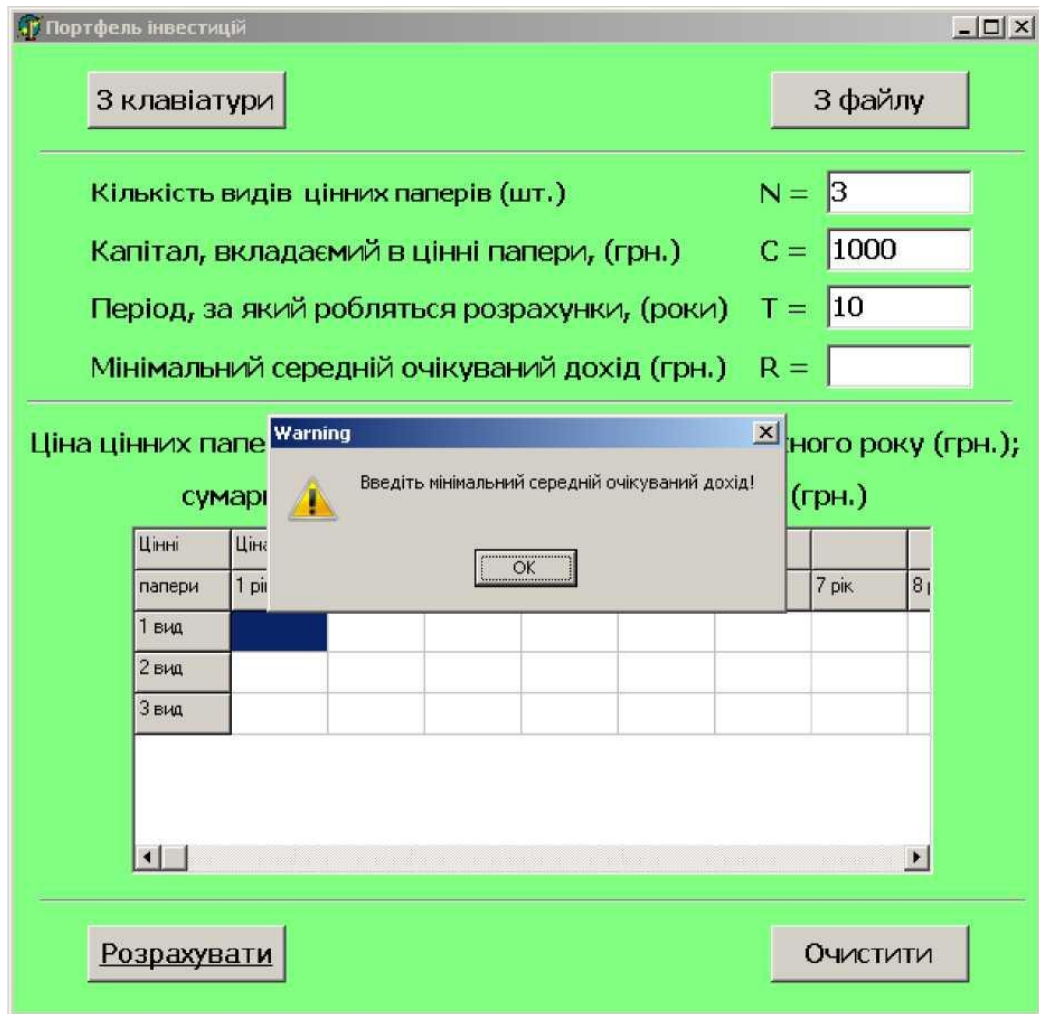


Рис. 3.21. Попередження про некоректне значення в полі R

Продовження таблиці 3.1

№	Заголовок підпрограми	Призначення
12	procedure Edi3Exit (Sender: TObject);	Розблокування наступного в черзі поля вводу.
13	procedure Edit4Exit (Sender: TObject);	Розблокування таблиці.
14	procedure StringGrid1KeyPress (Sender: TObject; var Key: Char);	Перевірка коректності введених даних до таблиці

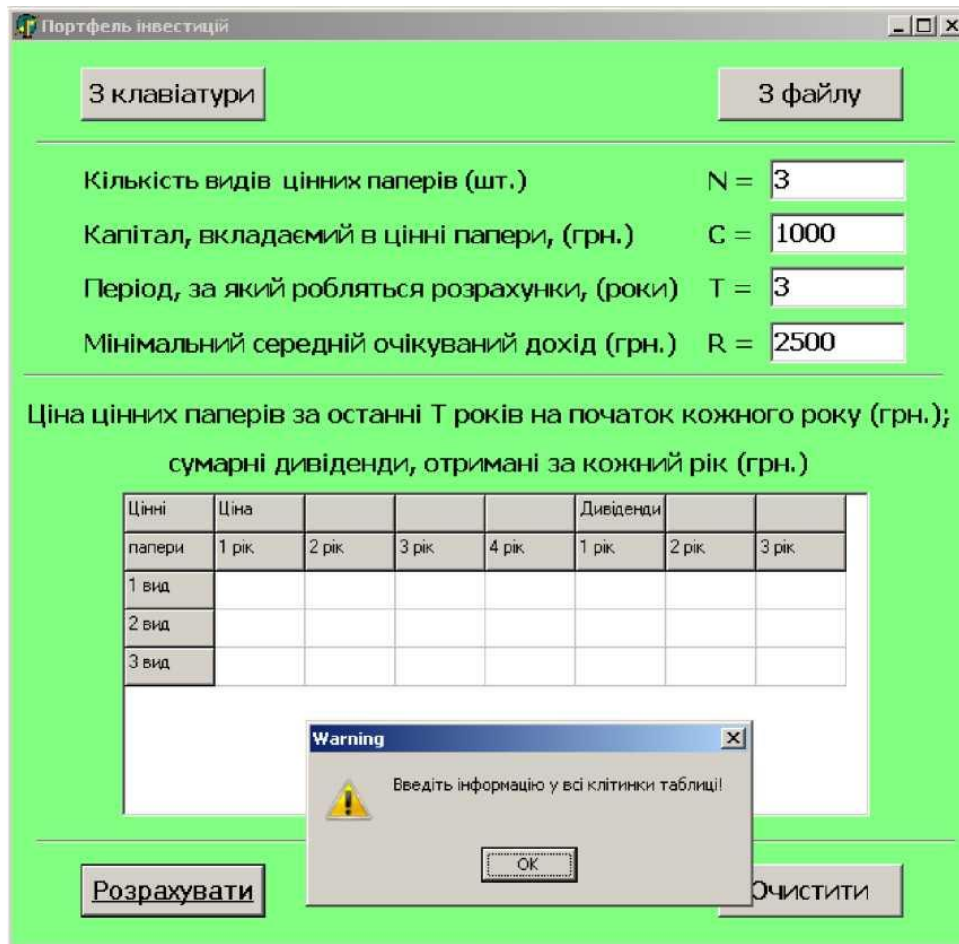


Рис. 3.22. Попередження про пусті клітинки в таблиці

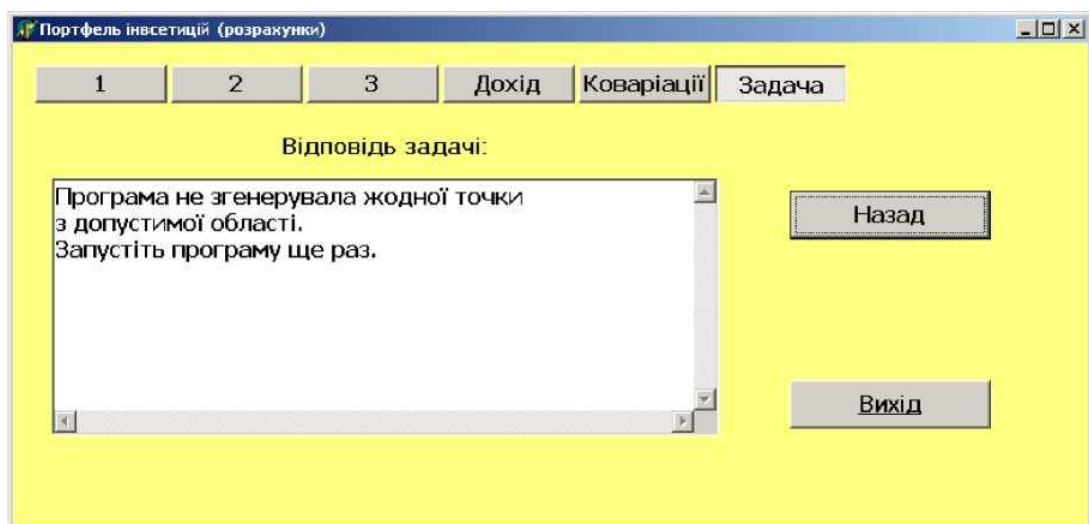


Рис. 3.23. Допустимого розв'язку не знайдено

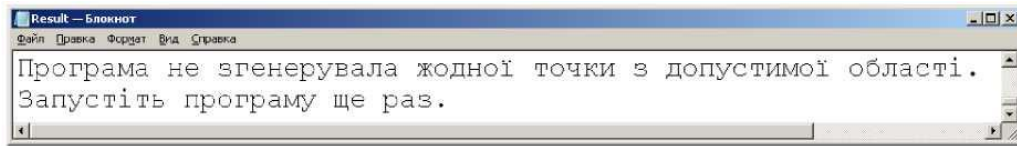


Рис. 3.24. Допустимого розв'язку не знайдено

Продовження таблиці 3.1

№	Заголовок підпрограми	Призначення
15	procedure Button1Click (Sender: TObject);	Відповідає клацанню по кнопці «Розрахувати». Пошук розв'язку задачі методом Монте-Карло.
16	procedure Button3Click (Sender: TObject);	Відповідає клацанню по кнопці «З файлу». Занесення початкові дані до форми з файлу «Given.txt».
17	procedure Button4Click (Sender: TObject);	Відповідає клацанню по кнопці «З клавіатури». Розблокування полів для вводу даних.
18	procedure Button5Click (Sender: TObject);	Відповідає клацанню по кнопці «Очистити». Очищення полів введення даних.
19	function f 0 (N:integer; x:TArray; Q: TMatrix): double;	Обчислення цільової функції

З метою передачі масивів у якості параметрів для підпрограм було створено нові типи даних: *TMatrix* та *TArray*.

type

TMatrix = array of array of double;

TArray = array of double;

В програмі була задана константа $iter = 1\ 000\ 000$.

Таблиця 3.2

Підпрограми модуля *Unit2*

№	Заголовок підпрограми	Призначення
1	procedure Button1Click (Sender: TObject);	Відповідає клацанню по кнопці «Назад». Повернення до першої форми.
2	procedure Button2Click (Sender: TObject);	Відповідає клацанню по кнопці «Вихід». Закриття програми.
3	procedure FormClose (Sender: TObject; var Action: TCloseAction);	Закриття програми.

Вона відповідає за кількість ітерацій в методі Монте-Карло, тобто скільки разів буде генеруватися випадкова точка.

3.3. Тестування програми

Перевіримо правильність роботи програми.

Приклад № 1

Ми в MS Excel прорахували всі параметри для побудови оптимізаційної моделі.

В MS Excel було знайдено розв'язок задачі для цілочислових та не цілочислових змінних.

В п. 3.1. цю ж задачу було розв'язано програмою з використанням методу Монте-Карло.

Як видно з рис. 2.2, 3.4-3.8, параметри оптимізаційної моделі збіглися, що говорить про вірність розрахунків.

Порівнюючи відповідь задачі, знайдену надбудовою «Пошук розв'язку» в MS Excel (рис. 2.3, 2.11) та обчисленою наближено програмою (рис. 3.9), бачимо (табл. 3.3), що наближене значення цільової функції, обчислене програмою, наближається до значень, наданих MS Excel.

Таблиця 3.3

Порівняння розв'язків прикладу № 1

№	Пакет, програма	Значення змінних			Значення цільової функції
1	MS Excel, не цілочислові змінні	$x_1 * 149,7$	$x_2 * 971,5$	$x_3 * 908,8$	$F * 740\,550,15$
2	MS Excel, цілочислові змінні	$x_1 = 943$	$x_2 = 943$	$x_3 = 907$	$F * 740\,746,52$
3	Програма	$x_1 = 127$	$x_2 = 973$	$x_3 = 891$	$F * 764\,082,77$

Приклад № 2

Візьмемо інший приклад (рис.3.25).

Розв'яжемо задачу, використовуючи пакет MS Excel, з цілочисловими (рис. 3.25-3.26) та не цілочисловими змінними (рис. 3.25, 3.27).

Розв'яжемо задачу, використовуючи програму (рис. 3.28-3.39). Отримали наближений розв'язок (рис. 3.28-3.35).

Як видно з рис. 3.25, 3.30-3.34, параметри оптимізаційної моделі збіглися, що говорить про вірність розрахунків.

Запустимо програму ще раз при цих вхідних даних. Отримали інший наближений розв'язок (рис. 3.41-3.42).

Порівняємо відповіді задачі, знайдені надбудовою «Пошук розв'язку» в MS Excel (рис. 3.26, 3.27) та обчислені наближено програмою (рис. 3.35, 3.40).

З табл. 3.4 видно, що наближене значення цільової функції, обчислене програмою, наближається до значень, наданих MS Excel.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	T= 3	кількість років							
2									
3	Назва компанії	Ціна акції				Дивіденди за акцію			
4		(станом на перше січня)							
5		2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	
6	Компанія 1	170	107	176	176	116	70	77	
7	Компанія 2	40	179	199	169	46	72	163	
8	Компанія 3	151	177	136	104	108	138	25	
9									
10									
11		t=1	t=2	t=3	μ _j	$r_j(t) = \frac{p_j(t+1) - p_j(t) + d_j(t)}{p_j(t)}$			
12	r1(t)	0,31	1,30	0,44	0,68				
13	r2(t)	4,63	0,51	0,67	1,94				
14	r3(t)	0,89	0,55	-0,05	0,46	$\mu_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_j(t)$			
15									
16									
17	сігма	1	2	3					
18	1	0,19	-0,52	0,01					
19	2	-0,52	3,62	0,56					
20	3	0,01	0,56	0,15	$\sigma_{ij}^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_i(t) - \mu_i)(r_j(t) - \mu_j)$				

Рис. 3.25. Розв'язування в пакеті Excel

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
23	Математична модель	C= 1418				R= 2700							
24	x1=	35,85											
25	x2=	1382											
26	x3=	0											
27													
28	Цільова функція												
29	6 863 936,95	$0,13x_1^2 - 0,28x_1x_2 + 0,18x_1x_3 - 0,28x_2x_1 + 0,75x_2^2 - 0,2x_2x_3 + 0,18x_3x_1 - 0,2x_3x_2 + 0,55x_3^2 \rightarrow \min$											
30													
31	Обмеження												
32	1418	<=	1418	$x_1 + x_2 + x_3 \leq 2\,000$									
33	2700,000009	>=	2700	$0,65x_1 + 0,22x_2 + 0,91x_3 \geq 10\,000$									
34				$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \quad x_3 \geq 0$									

Рис. 3.26. Розв'язування в пакеті Excel (продовження рис. 3.23)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
23	Математична модель	C= 1418				R= 2700							
24	x1=	35											
25	x2=	1383											
26	x3=	0											
27													
28	Цільова функція												
29	6 873 637,85	$0,13x_1^2 - 0,28x_1x_2 + 0,18x_1x_3 - 0,28x_2x_1 + 0,75x_2^2 - 0,2x_2x_3 + 0,18x_3x_1 - 0,2x_3x_2 + 0,55x_3^2 \rightarrow \min$											
30													
31	Обмеження												
32	1418	<=	1418	$x_1 + x_2 + x_3 \leq 2\,000$									
33	2701,06626	>=	2700	$0,65x_1 + 0,22x_2 + 0,91x_3 \geq 10\,000$									
34				$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \quad x_3 \geq 0$									
35				$x_1, x_2, x_3 - цілі$									
36													

Рис. 3.27. Розв'язування в пакеті Excel при цілочислових змінних (продовження рис. 3.23)

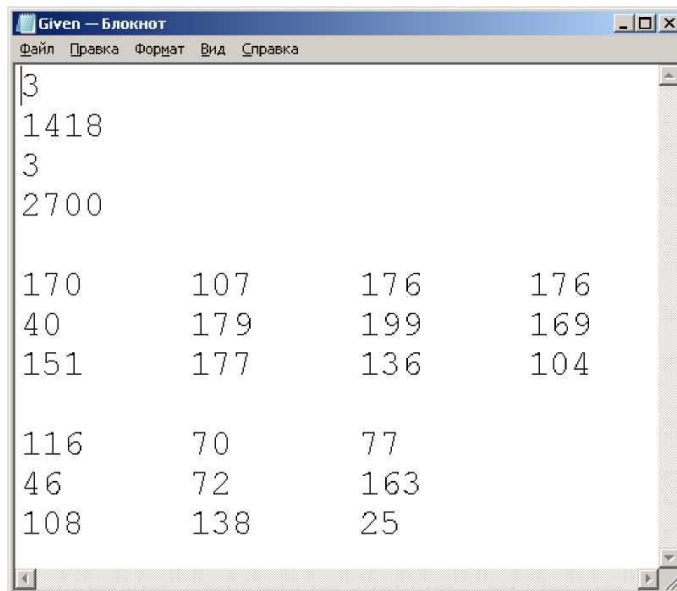


Рис. 3.28. Текстовий файл з даними

З клавіатури З файлу

Кількість видів цінних паперів (шт.) N =

Капітал, вкладаємий в цінні папери, (грн.) C =

Період, за який робляться розрахунки, (роки) T =

Мінімальний середній очікуваний дохід (грн.) R =

Ціна цінних паперів за останні T років на початок кожного року (грн.);
сумарні дивіденди, отримані за кожний рік (грн.)

Цінні папери	Ціна				Дивіденди		
	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	1 рік	2 рік	3 рік
1 вид	170	107	176	176	116	70	77
2 вид	40	179	199	169	46	72	163
3 вид	151	177	136	104	108	138	25

Розрахувати Очистити

Рис. 3.29. Головне вікно програми з даними прикладу № 2

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Після 1-ого року ($t = 1$)

Цінні папери	Ціна на початок року $p(t)$	Ціна на кінець року $p(t+1)$	Дивіденди $d(t)$	Дохід $r(t)$
1 вид	170	107	116	0,31
2 вид	40	179	46	4,63
3 вид	151	177	108	0,89

Рис. 3.30. Загальний дохід за перший рік

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Після 2-ого року ($t = 2$)

Цінні папери	Ціна на початок року $p(t)$	Ціна на кінець року $p(t+1)$	Дивіденди $d(t)$	Дохід $r(t)$
1 вид	107	176	70	1,30
2 вид	179	199	72	0,51
3 вид	177	136	138	0,55

Рис. 3.31. Загальний дохід за другий рік

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Середній дохід за T років ($T = 3$)

Цінні папери	Середній дохід
1 вид	0,68
2 вид	1,94
3 вид	0,46

Рис. 3.32. Загальний дохід за третій рік

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Матриця коваріацій Q для N видів цінних паперів (N = 3)

	1 вид	2 вид	3 вид
1 вид	0,19	-0,52	0,01
2 вид	-0,52	3,62	0,56
3 вид	0,01	0,56	0,15

Рис. 3.34. Матриця коваріацій

Портфель інвестицій (розрахунки)

1 2 3 Дохід Коваріації Задача

Відповідь задачі:

x1 = 28
x2 = 1 387
x3 = 3
Цільова функція = 6 928 275,72000
Отже,
в акції Компанії 1 слід вкласти 28 грн.
в акції Компанії 2 слід вкласти 1 387 грн.
в акції Компанії 3 слід вкласти 3 грн.

Назад

Вихід

Рис. 3.35. Розв'язок задачі

```

Result - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Дано:
Кількість видів цінних паперів N = 3
Кількість років T = 3
Капітал C = 1418
Мінімальний середній очікуваний дохід R = 2700

Ціни p:
      170.00      107.00      176.00      176.00
       40.00      179.00      199.00      169.00
      151.00      177.00      136.00      104.00

Дивіденди d:
      116.00      70.00      77.00
       46.00      72.00      163.00
      108.00      138.00      25.00

```

Рис. 3.36. Файл з ходом розв'язуванням задачі

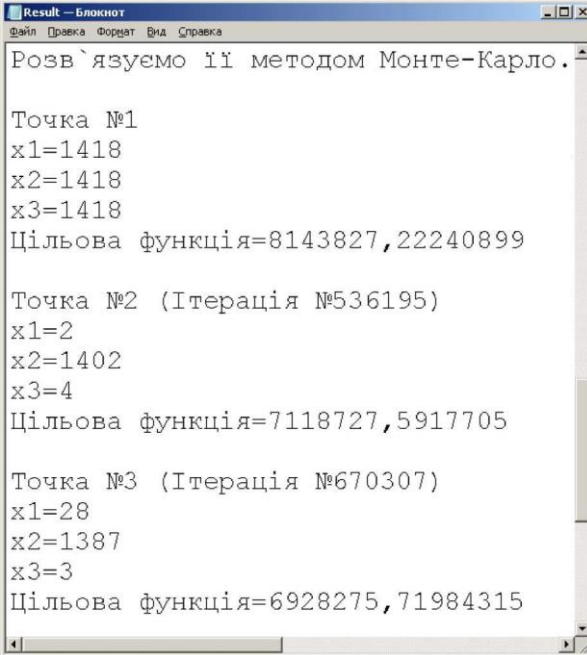
```

Result - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Розрахували:
Доходи r:
      0.31      1.30      0.44
      4.63      0.51      0.67
      0.89      0.55      -0.05

Середній дохід mu:
      0.6827767088
      1.9357693963
      0.4613230764

Матриця коваріацій Q:
      0.1925407821      -0.5210358094
     -0.5210358094      3.6199525717
      0.0070407461      0.5575082206

```



```

Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
Розв`язуємо її методом Монте-Карло.

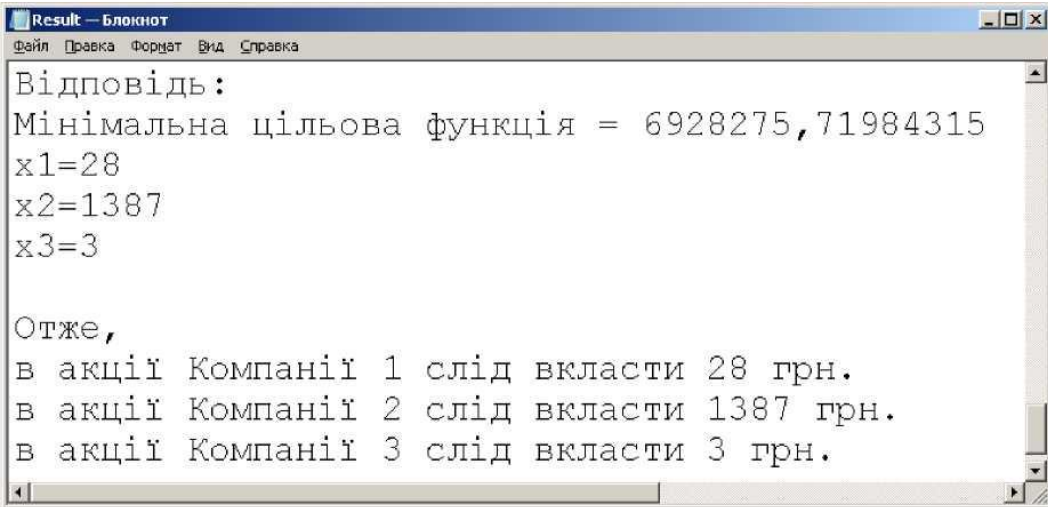
Точка №1
x1=1418
x2=1418
x3=1418
Цільова функція=8143827,22240899

Точка №2 (Ітерація №536195)
x1=2
x2=1402
x3=4
Цільова функція=7118727,5917705

Точка №3 (Ітерація №670307)
x1=28
x2=1387
x3=3
Цільова функція=6928275,71984315

```

Рис. 3.38. Файл з ходом розв'язуванням задачі



```

Result - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
Відповідь:
Мінімальна цільова функція = 6928275,71984315
x1=28
x2=1387
x3=3

Отже,
в акції Компанії 1 слід вкласти 28 грн.
в акції Компанії 2 слід вкласти 1387 грн.
в акції Компанії 3 слід вкласти 3 грн.

```

Рис. 3.39. Файл з ходом розв'язуванням задачі

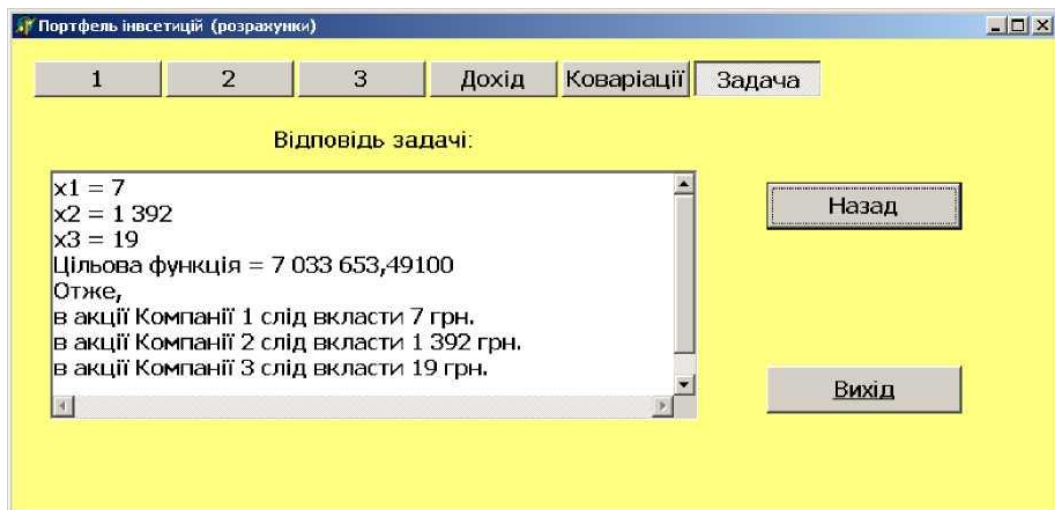


Рис. 3.40. Розв'язок задачі

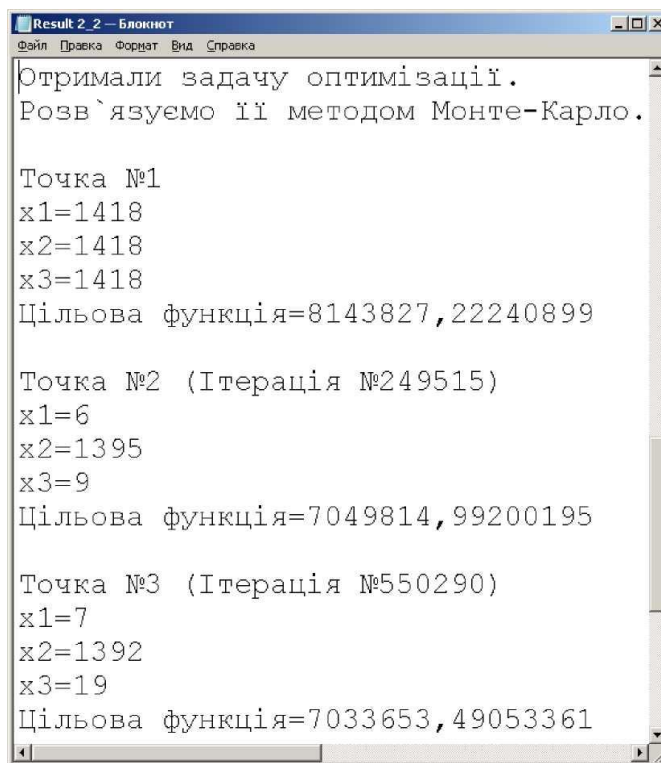
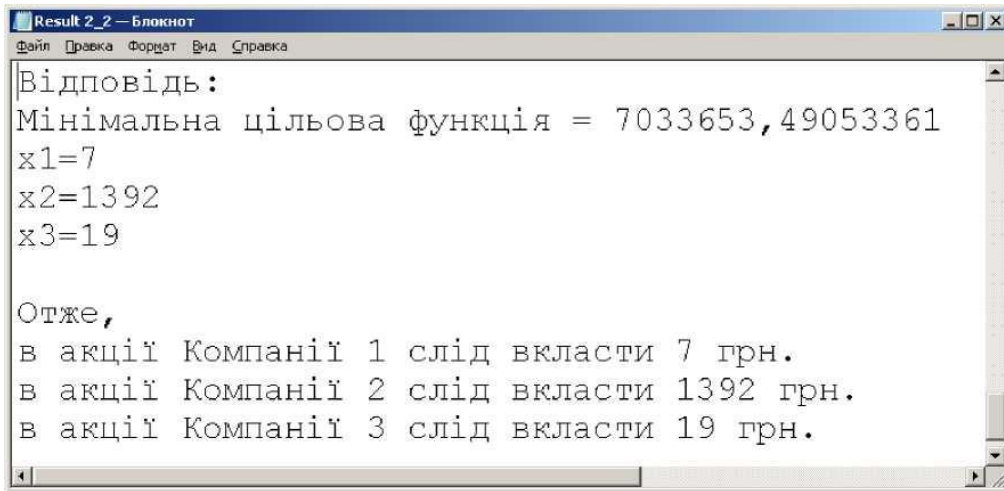


Рис. 3.41. Файл з ходом розв'язуванням задачі



```

Result 2_2 - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

Відповідь:
Мінімальна цільова функція = 7033653,49053361
x1=7
x2=1392
x3=19

Отже,
в акції Компанії 1 слід вкласти 7 грн.
в акції Компанії 2 слід вкласти 1392 грн.
в акції Компанії 3 слід вкласти 19 грн.

```

Рис. 3.42. Файл з ходом розв'язуванням задачі

Таблиця 3.4

Порівняння розв'язків прикладу № 2

№	Пакет, програма	Значення змінних			Значення цільової функцій
1	MS Excel, не цілочислові змінні	$X_1 * 35,85$	$X_2 * 1382$	$X_3 * 0$	$F * 6\ 863\ 936,95$
2	MS Excel, цілочислові змінні	$X_1 = 35$	$X_2 = 1383$	$X_3 = 0$	$F * 6\ 873\ 637,55$
3	Програма (перший запуск)	$X_1 = 0$ ($N > 7$)	$X_2 = 1387$	$X_3 = 3$	$F * 6\ 928\ 275,72$
4	Програма (другий запуск)	$X_1 = 7$	$X_2 = 1392$	$X_3 = 19$	$F * 7\ 033\ 653,49$

Провівши дослідження, можна констатувати, що ми описали створений програмний продукт для розв'язування задачі знаходження середнього очікуваного доходу при мінімальному ризику методом Монте-Карло.

Нами проілюстровано роботу програми на прикладах, прорахованих в пакеті MS Excel. Програма перевірена та протестована. З проведеного тестування видно, що програма працює вірно, та що наближені відповіді, обчислені програмою, наближаються до відповідей з пакету MS Excel. Тестування показало, що метод Монте-Карло працює достатньо швидко.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті проведеного дослідження сучасного стану інноваційно-інвестиційної діяльності в Україні і рівня її фінансового забезпечення, ролі та значення в економічному зростанні, а також вивчення математичних моделей аналізу та вибору інноваційно-інвестиційних проектів, можна зробити наступні висновки.

1. На підставі статистичного (статичного та динамічного) аналізу, а також законодавчої бази інноваційно-інвестиційної діяльності можна стверджувати про значне відставання інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств України. Аналіз офіційних статистичних даних свідчить про глибокий дефіцит фінансових ресурсів, обмежену кількість використовуваних джерел фінансування, загальну тенденцію до зниження обсягів бюджетних і власних коштів підприємств, прорахунки в державній і регіональній політиці. За таких умов доцільно розширити структуру капіталу з орієнтацією на множинність джерел сучасного фінансового забезпечення та шляхи посилення інноваційно-інвестиційної активності підприємств України.

2. До факторів, які стримують інноваційно-інвестиційну діяльність підприємств України слід віднести: недосконалість і неадаптованість нормативно-правової бази та державного регулювання сучасним ринковим умовам; дефіцит власних фінансових ресурсів підприємств та організацій для фінансового забезпечення інноваційно-інвестиційних потреб; зменшення бюджетного фінансування та державної підтримки; дефіцит, недостатній досвід використання та нерозвиненість альтернативних джерел фінансового забезпечення; відсутність чіткого механізму вибору ефективного портфелю джерел фінансування та побудови оптимальної структури капіталу; недостатня кваліфікованість персоналу та нерозвиненість стратегічного мислення в менеджерів вищих рівнів, відсутність інноваційно-інвестиційної стратегії підприємств та ін.

3. Для активізації інноваційно-інвестиційної діяльності підприємств

України наголошуємо на необхідності реалізації заходів: 1) на загальнодержавному рівні (удосконалити законодавчу базу; прийняти ефективну програму інноваційно-інвестиційного розвитку, розробити контрольні показники для оцінки її реалізації; затвердити пільгову податкову та амортизаційну політику та ін.); 2) на регіональному рівні (надати пільги зі сплати місцевих податків і зборів та інші привілеї з боку органів місцевого самоврядування тощо); 3) на рівні фінансової інфраструктури України (розширити перелік послуг банківського сектору, привабливих за процентними ставками та строками кредитування; поширити застосування венчурного фінансування, факторингу, форфейтингу, страхування тощо); 4) комплекс заходів на рівні підприємств України, наведений у дослідженні.

4. Під управлінням фінансуванням інноваційно-інвестиційної діяльності підприємства пропонуємо розуміти систему функцій, методів і принципів управління, які обумовлюють механізми та організаційні форми здійснення управлінського впливу на процеси, які стосуються забезпечення потреб у капіталі для інноваційно-інвестиційної діяльності, і спрямовані на підтримання фінансової рівноваги.

5. У контексті дослідження під механізмом фінансуванням інноваційної діяльності підприємства розуміємо сукупність методів та інструментів фінансового забезпечення інноваційного процесу на основі використання власних, залучених ресурсів і потенціалу підприємства, а також законодавчо-нормативної бази, організаційного й інформаційного забезпечення інноваційної діяльності суб'єкта господарювання.

6. Науково-методичні підходи до управління фінансуванням інноваційної діяльності підприємства потребують подальшого розвитку, спрямованого на удосконалення організаційно-економічних методів менеджменту, враховуючи особливості національної та регіональної економіки в нестабільних умовах сьогодення.

У даній роботі було розглянуто основні питання, які виникають з пізнанням теми «інвестиційного портфелю». Для ефективності інвестицій

потрібно розуміти, які ризики можуть виникати на етапі інвестування та як їх можна мінімізувати. Фундаментально важливо розуміти як саме формується інвестиційний портфель та мета його формування. Крім теоретичного розуміння інвестування, формулювання портфелю потрібно перевірити безліч чинників, які безпосередньо впливають на ефективність сформульованого портфелю.

Управління інвестиційним портфелем завжди супроводжується невизначеністю, якої, на жаль, неможливо повністю позбутися.

Для будь-якого заданого набору інвестиційних інструментів існує унікальний ефективний портфель, що відповідає заданому рівню волатильності. За допомогою комп'ютерних програм на основі складних методів нелінійного програмування можна математично розрахувати розподіл активів, що відповідають кожному портфелю з граничною ефективністю.

У даній роботі наведено приклади як можна мінімізувати ризики та підрахувати наближену до дійсної суму, яку буде доцільно інвестувати.

В другому розділі виконано огляд задач вибору портфеля інвестицій та їх моделей.

Викладено метод Монте-Карло для розв'язування задачі про портфель інвестицій. Цей метод алгоритмізовано та висвітлено у вигляді блок-схеми.

Метод Монте-Карло дає наближений розв'язок.

Перевагою його використання є те, що метод простий в реалізації; швидко знаходить розв'язок задачі; отриманий наближений розв'язок достатньо близький до точного.

Проілюстрована побудова моделі задачі на одному прикладі та здійснено розв'язування задачі за допомогою пакету Excel.

Розв'язок в Excel знаходився для двох модифікації моделі, виходячи з припущень: (перша модель) змінні - додатні числа; (друга модель) змінні - додатні та цілі числа.

В третьому розділі описано створений програмний продукт для розв'язування задачі знаходження середнього очікуваного доходу при

мінімальному ризику методом Монте-Карло.

Проілюстровано роботу програми на прикладах, прорахованих в пакеті MS Excel.

Програма перевірена та протестована.

З тестування видно, що програма працює вірно, та що наближені відповіді, обчислені програмою, наближаються до відповідей з пакету MS Excel.

Тестування показало, що метод Монте-Карло працює достатньо швидко.

Без сумніву, процес інвестування не можна повністю проаналізувати і забезпечити собі максимально вірні рішення. Завжди є ризики, які не можливо передбачити навіть за допомогою формул та програм. проте розуміння теорії, вправність і навички у використанні відомих методів та програм для мінімізації ризиків та підрахунку можливих результатів дає підприємству, яке формує портфель можливість грамотно та звішувати свої рішення та отримувати доходи від своєї інвестиційної діяльності.

Отже викладене вище обґрунтування багатомірного підходу до проектування інноваційно-інвестиційних проектів свідчить, що проектування інноваційно-інвестиційних проектів, фактично, є ітеративним процесом моделювання життєвого циклу проекту, що має бути основане на використанні широкого спектру економіко-математичних моделей з обов'язковим використанням інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрюгіна А.В. Сучасні проблеми фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності в Україні. Міжнародні фінансові та страхові ринки в нових економічних умовах: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції. К., 2010. Вип. VI, Том 1. С.7-9.
2. Абрюгіна А.В. Управління фінансуванням інноваційної діяльності в системі інноваційного менеджменту підприємства. Сталий розвиток економіки. 2011. №6. С. 313-317.
3. Антонюк Л.Л., Поручник А.М., Савчук В.С. Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації: Монографія. К.: КНЕУ, 2003. 394 с.
4. Балахонова О.В., Гріщенко І.В. Система забезпечення інвестиційно-інноваційної діяльності підприємства. С. 145-147. URL : <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/6474/1/%D0%93%D1%80%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20.pdf>
5. Барташевська Ю.М. Оцінка ризику інвестиційних проектів підприємства в процесі їх реалізації. Європейський вектор економічного розвитку. Економічні науки. 2014. № 2. С. 15–21.
6. Бахарєва Я.В. Елементи методології загальної теорії імітаційного моделювання. Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих науковців «Проблеми економічного, облікового і аналітичного забезпечення управління підприємством» (14-15 квітня 2016 року). Вінниця, ВНАУ, 2016. 298 с. С.253-254.
7. Бедрій Д. І. Статистичний метод оцінки ризиків наукових проектів. Технологический аудит и резервы производства. 2013. № 4(1). С. 6-8.
8. Беллман Р., Гликсберг И., Гросс О. Некоторые вопросы математической теории управления. М.: Издат. иностр. литер., 1962. 233 с.
9. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов. / Пер. с англ. под ред. Л. П. Белых. М. : Банки и биржи. ЮНИТИ, 1997. 234 с.
10. Боровская Т. Н., Северилов В. А, Северилов П. В. Что будет, если?

Имитационное моделирование в Mathcad. Компьютеры +Программы. 2000. № 12. С. 37-41. .

11. Боровська Т. М., Колесник І. С., Северілов В. А. Основи кібернетики та дослідження операцій: Навч. посібн. Вінниця: ВДГУ, 2002. 242 с.

12. Брояка А.А., Хаєцька О.П. Сучасний стан та тенденції інноваційно-інвестиційного розвитку підприємства харчової промисловості. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 7 (35). С. 36-52.

13. Быковский В.В. Организация и финансирование инноваций: учебное пособие/ В.В. Быковский, Л.В. Минько, О.В. Коробова, Е.В. Быковская, Г.М. Золотарева. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. 116 с.

14. Васильєв О.В., Богдан Н.М. Економіка і організація інноваційної діяльності: Конспект лекцій. Х.: ХНАМГ, 2010. 100 с.

15. Вербіцька І.І. Інвестиційна привабливість України: проблеми та перспективи. Економіка та управління національним господарством. 2018. Випуск 22. С.150–154.

16. Вертелева О.В. Математичне моделювання економічних процесів в умовах парадигмальних зрушень. Інвестиції: практика та досвід. № 12. 2019. С. 48-56.

17. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. К.: КНЕУ, 2004. 480 с.

18. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. К. : ТОВ “Борисфен-М”, 1996. С. 345.

19. Вовк В.М., Камінська Н.І., Прийма С.С. Моделювання економічних процесів підприємства : монографія. Дрогобич : Коло, 2011. 448 с.

20. Волонтир Л.О., Бендас М.Ю. Методи математичного моделювання інвестиційної діяльності підприємства. Ефективна економіка. 2019. № 11. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=7396> DOI: [10.32702/2307-2105-2019.11.50](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.11.50)

21. Геєць В.М. Подолання квазіринковості – шлях до інвестиційно

орієнтованої моделі економічного зростання. Економіка України. 2015. № 6. С. 4–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2015_6_2

22. Герчикова И. Н. Менеджмент: Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1995. 480 с.

23. Гончарук І. В. Моделювання та прогнозування рівня енергетичної незалежності агропромислового комплексу України на засадах сталого розвитку. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.10.55

24. Гончарук І.В., Бабина О.М. Концептуальні засади удосконалення інноваційно-інвестиційної діяльності для розвитку виробництва енергії з альтернативних джерел. Colloquium-journal. 2020. №17(69). С. 47-55

25. Григор'єва О.Є. Проблеми ризиків, що виникають під час реалізації інноваційних проектів, та методи їх кількісного вимірювання. Вісн. Нац. Ун-ту «Львів. політехніка». 2008. № 628. С. 64-71.

26. Грицаєнко Г., Грицаєнко М. Інвестиційна привабливість України. Agricultural and resource economics. 2017. Vol. 3. No 1. С. 80–93.

27. Гунько І.В., Дячинська О.М., Присяжнюк О.І. Імітаційне моделювання селекційного процесу цукрових буряків. Техніка, енергетика, транспорт АПК. № 2 (101). 2018. С. 109-116.

28. Державна Служба Статистики України. URL : https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2007/ibd/iokjf/iokjf_u10-13_bez.htm

29. Держкомстат України. Наукова та інноваційна діяльність. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

30. Джерела фінансування інноваційної діяльності (статистичні дані Держкомстату України). URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

31. Дубчак В.М., Пришляк Н.В. Застосування математичного апарату при вирішенні економічних задач. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. № 6. 2019. С. 83-91.

32. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. М.: Наука, 1975. 20 с.

33. Закон України «Про інвестиційну діяльність» від 18.09.1991 року

№ 1560-XII зі змін. і доп. URL : <http://zakon1.rada.gov.ua>

34. Закон України «Про інноваційну діяльність» № 40-IV від 04.07.2002 р. зі змін. і доп. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

35. Закон України «Про інститути спільного інвестування (пайові та корпоративні інвестиційні фонди)» від 15.03.2001 № 2299-III. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

36. Закон України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» від 08.09.2011 № 3715-VI. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

37. Закон України «Про страхування» № 85/96-ВР від 08.03.1996 р. зі змін. і доп. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

38. Закон України «Про фінансові послуги та державне регулювання ринку фінансових послуг» від 12.07.2001 № 2664-III. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

39. Захарин С.В. Активизация инновационной деятельности промышленных предприятий. Финансы Украины. 2003. № 1. С. 13-20.

40. Зелінська О.В., Потапова Н.А., Волонтир Л.О. Інформаційні системи та технології в галузі. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 263 с.

41. Ильенкова С.Д. Инновационный менеджмент: Учебник / Под ред. С. Д. Ильенковой, 3-е изд. перераб. и доп. М.: Юнити-Дана, 2007. 335 с.

42. Івченко І.Ю. Математичне моделювання інвестиційної програми підприємства з урахуванням виробничої діяльності. Вісник Хмельницького національного університету, Економічні науки. №3, Том 2, 2014 (212). С. 126-131

43. Калетнік Г.М. Інноваційні платформи організації науково-дискусійних молодіжних майданчиків у контексті євроінтеграційного розвитку аграрної економіки. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2017. № 4. С. 7-18.

44. Калетнік Г.М. Рекомендації з розроблення дорожньої інвестиційної карти розвитку аграрного району / за ред. Я.М. Гадзала, П.Т. Саблука. К.: Аграрна наука, 2017. 148 с.

45. Калетнік Г.М., Гончарук І.В. Складові розвитку сільських територій

та моделі аграрного підприємництва і кооперації. Розвиток малого і середнього підприємництва та кооперації на селі. Проблеми та перспективи: зб. матеріалів наук. конф. І навч.-практ. семінару. Вінниця: Едельвейс. 2015. С. 5-17.

46. Киш Л. М. Сучасний стан залучення інвестицій у аграрний сектор економіки України. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2019. № 6. С.103-110.

47. Кобиляцький Л. С. Управління проектами: Навч. посіб. К.: МАУП, 2002. 200 с.

48. Ковалев Г. Д. Основы инновационного менеджмента: Учеб. для вузов / Под ред. проф. В. А. Швандара. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. 208 с.

49. Козловський С.В., Жураківський Є.С. Моделювання та прогнозування рівня економічної безпеки аграрної галузі Вінницької області засобами теорії нечіткої логіки. Економічний простір: збірник наукових праць. 2016. № 107. С. 112-125.

50. Коляденко С. В. Інвестиційна політика як складова розвитку сільського господарства. Матеріали І всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції „Проблеми фінансових відносин в умовах глобалізації” (30 листопада 2016 року). м. Вінниця: Редакційно-видавничий центр ВНАУ, 2016. 210 с. С. 199-201.

51. Коляденко С. В., Коляденко Д. Л. Економіко-математичні методи в управлінні стратегічним розвитком аграрного сектора регіону. Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету. Серія: Економічні науки. Вінниця: ВНАУ, 2012. Вип. 4 (70), Том III. С. 117-122.

52. Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент: Навч. посібник. К.: КНЕУ, 2003. 504 с.

53. Круглова Н. Ю. Инновационный менеджмент: Учеб. пособие. 2-е изд., доп. М.: РДЛ, 2001. 352 с.

54. Кузнецов К. Криза руйнує інноваційний розвиток в Україні // Економічна правда. 20.05.2009. URL : <http://www.epravda.com.ua/>

publications/4a140101ed7dd/

55. Лазарев В.С., Т.А. Демещик. История и зарубежный опыт создания и деятельности технопарков и бизнес инкубаторов. Минск: Изд-во РУП «Технопарк БНТУ «Метолит», 2005.

56. Лапечук П. Підтримка інноваційної діяльності. Досвід економічно розвинутих держав та України. URL : <http://www.justinian.com.ua/article.php?id=912>

57. Ляшенко О.М. Математичні моделі та інформаційні технології інноваційно-інвестиційного проектування. Фінансова система України. Наукові записки. Серія “Економіка”. Випуск 17. 2011. С 480-490.

58. Ляшенко О., Олейко О. Моделювання внутрішньої норми рентабельності інноваційного проекту з нестационарними грошовими потоками. Інвестиції: практика та досвід. № 19. 2010. С. 17-23.

59. Мазур К.В., Гонтарук Я.В. Стратегічні напрямки розвитку переробних підприємств АПК на інвестиційно-інноваційній основі. Slovak international scientific journal. # 43, (2020). С. 18-28.

60. Матеріали сайту інвестиційного фонду EVU. URL : <http://www.evu.kiev.ua>

61. Микитюк В.П. Оцінювання ефективності інноваційного проекту з позиції інвестиційного аспекту. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2017, № 5. С. 156-161.

62. Міжнародна інвестиційна діяльність. Підручник / Лук'яненко Д.Г., Губський Б.В., Мозговий О.М. та ін. К.: КНЕУ, 2002. 387 с.

63. Моделювання економічних систем: теорія, методика, практика і досвід. Колективна монографія; за ред. С. В. Коляденко. Вінниця: ВНАУ, ПП Балюк І.Б., 2012. 398 с.

64. Наукова та науково-технічна діяльність за даними Державного комітету статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

65. Нильс-Горан О. Оценка эффективности деятельности компании. Практическое руководство по использованию сбалансированной системы

показателей / Ольве Нильс-Горан, Рой Жан, Ветер Мангус / Пер. с англ. М. : Издательский дом “Вильямс”, 2003. 304 с.

66. Новицька Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. № 5. 2019. С. 94-99.

67. Нэгл Т. Стратегия и тактика ценообразования. М.: «Питер», 2001. 375 с.

68. Оптимізаційні методи і моделі: навч. посібник / Н.В. Буреннікова, О.В. Зелінська, І.М. Ушкаленко, Ю.Ю. Буренніков. Вінниця: ВНТУ, 2019. 121с.

69. Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: Навчальний посібник. / Волонтир Л. О, Потапова Н. А., Ушкаленко І. М., Чіков І. А. Вінницький національний аграрний університет. Вінниця: ВНАУ, 2020 404 с.

70. Основы инновационного менеджмента: Теория и практика: Учеб. пособие / Под. ред. П. Н. Завлина и др. М.: Экономика, 2000. 475 с.

71. Пестова А., Солнцев О. Финансирование инноваций: в поисках российской модели. Банковское дело. 2009. № 1. С.10-19.

72. Підгурський О. І. Аналітичні дослідження результатів математичного та імітаційного моделювання суперпозиції рівномірного і пуассонівського потоків транзакцій. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 7. С.78-96.

73. Підгурський О. І. Математичне та імітаційне моделювання процесів функціонування вузла концентрації гібридних логістичних потоків транзакцій. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 10. С.116-131.

74. Постанова Верховної Ради України «Про Рекомендації парламентських слухань на тему: «Стратегія інноваційного розвитку України на 2010-2020 роки в умовах глобалізаційних викликів» від 21.10.2010 № 2632-VI. URL : <http://rada.gov.ua>

75. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку

та умов надання у 2010 році державних гарантій щодо виконання боргових зобов'язань за запозиченнями суб'єктів господарювання державного сектору економіки, залученими для фінансування інвестиційних, інноваційних, інфраструктурних та інших проектів розвитку, які мають стратегічне значення та реалізація яких сприятиме розвитку економіки України, в тому числі імпортозамінних і експортоорієнтованих галузей» від 30.06.2010 № 567. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

76. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Програми розвитку інвестиційної діяльності на 2002-2010 роки» №1801 від 28.12.2001 р. зі змін. і доп. URL : <http://portal.rada.gov.ua/>

77. Потапова Н.А. Інноваційна політика у розвитку логістичних систем. URL : file:///C:/Users/admin/Downloads/VNULPM_2013_776_45.pdf

78. Прахов Б. Питання державного регулювання і участі держави в патентно-правових відносинах. Інтелектуальний капітал. 2004. №2. С. 22-30.

79. Северілов В. А., Колесник І. С., Бадьора С. М. Електронна книга «Моделювання та оптимізація в економіці». Проблема трьох «не» - Нелінійності, НЕстаціонарності та НЕвипуклості. Доповіді НМК «Проблеми підручника вищої школи». Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2001. С. 138-141.

80. Соболев И. М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973. 50 с.

81. Статистичний щорічник України за 2019 рік. Державна служба статистики України. К.: ТОВ «Август Трейд», 2020. 560 с.

82. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004 -2015 рр.) «Шляхом європейської інтеграції» / Гальчинський А.С. та ін. К.: ІВЦ Держкомстату України, 2004. 350 с.

83. Ткачева Н.Н., Гончарова Т.А. Государственная поддержка инновационного процесса, как фактор повышения конкурентоспособности продукции. Экономические инновации. 2003. Вып. 15. С. 51-60.

84. Хасцька О. П. Шляхи підвищення міжнародної інвестиційної привабливості України. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2020. № 3 (53). С.113-130.

85. Харів П.С. Інноваційна діяльність підприємства та економічна оцінка інноваційних процесів. Тернопіль: «Економічна думка», 2003. 326 с.
86. Чайковська І. І. Застосування статистичного методу для оцінювання ризиків інноваційно-інвестиційних проектів підприємства. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2020, № 3. . 184-189.
87. Шарп У., Александр Г., Бейли Дж. Инвестиции. Пер. с англ. М. : ИНФРА-М, 1997. 645 с.
88. Штепенко К. П., Забураєва О. Ю. Аналіз прямих іноземних інвестицій в економіку України та передумови необхідності їх залучення. Ефективна економіка. 2019. №5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7040>
89. Юрчук Н. П. Використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційним розвитком економічних систем. Інвестиції: практика та досвід. № 18. 2015. С. 28-32.
90. Юрчук Н. П., Вовк В. Ю., Топіна Р. П. Інноваційно-інвестиційна діяльність як основа реалізації концентрації сталого розвитку економіки України. Агросвіт. 2019. № 3. С. 53-61.
91. Basyuk D., Levytska I., Ivchenko L., Semenyshyna I., Koliadenko S. Optimization of the menu for institutions of restaurant industry based on mathematical modelling methods. Vol 14, No 1 (2020) P. 130-143: *Intellectual Economics*. DOI: <https://doi.org/10.13165/IE-20-14-1-08> (Scopus)
92. *Governance of Innovation Systems. Volume 1: Synthesis Report*. Paris: OECD Publishing, 2005. 120 p.
93. *In Search of Innovation Systems*. Stockholm: Vinnova Policy Working Paper. 2006. No.2. 64 p.
94. *OECD Science, Technology and Industry Outlook*. France: OECD Publications, 2008. 263 p.
95. Pehr-Johan Norbäck, Lars Persson. *The Organization of the Innovation Industry: Entrepreneurs, Venture Capitalists and Oligopolists*. Research Institute of Industrial Economics and CEPR, December 19. 2008. 39 p.