

**Київський національний торговельно-економічний університет**

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Математичні моделі оцінки ризику інвестора при виборі інвестиційних проектів»**

Студентки 2 курсу, 1м групи,

спеціальності  
051 «Економіка»

спеціалізації  
«Цифрова економіка»

Науковий керівник  
доктор економічних наук,  
професор

Гарант освітньої програми  
доктор фізико-математичних  
наук, професор

Демченко Єлизавети  
Сергіївни

*підпис студента*

Роскладка Андрій  
Анатолійович

*підпис керівника*

Гамалій  
Володимир Федорович

*підпис гаранта*

**Київ 2020**

# Київський національний торговельно-економічний університет

Факультет інформаційних технологій  
Кафедра цифрової економіки та системного аналізу  
Освітній ступінь магістр  
Спеціальність 051 «Економіка»  
Спеціалізація «Цифрова економіка»

**Затверджую**

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Роскладка А.А.  
«15» січня 2020 р.

## **Завдання на випускню кваліфікаційну роботу (проект) студенту**

**Демченко Єлизаветі Сергіївні**

*(прізвище, ім'я, по батькові)*

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи (проекту)  
«Математичні моделі оцінки ризику інвестора при виборі інвестиційних проектів»  
Затверджена наказом КНТЕУ від «18» грудня 2019 р. № 4356
2. Строк здачі студентом закінченої роботи «05» листопада 2020 року
3. Цільова установка та вихідні дані до роботи  
Мета роботи – узагальнення теоретичних і методичних підходів до аналізу та оцінки ризиків інвестиційної діяльності підприємства  
Об'єкт дослідження – інвестиційна діяльність підприємства в умовах ризику  
Предметом дослідження є моделі та методи оцінки ризиків при виборі проектів інвестицій

4. Консультанти по роботі (проекту) із зазначенням розділів, за якими здійснюється консультування:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
1	Роскладка А.А.	15.01.2020 р.	15.01.2020 р.
2	Роскладка А.А.	15.01.2020 р.	15.01.2020 р.
3	Роскладка А.А.	15.01.2020 р.	15.01.2020 р.

5. Зміст випускної кваліфікаційної роботи (проекту) (перелік питань за кожним розділом)

### ВСТУП

## РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ

1.1. Класифікація підприємницької діяльності

1.2. Ризики у підприємницькій діяльності

1.3. Типи економічних ризиків

Висновки до розділу 1

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМЦЯ

2.1. Проектні та інвестиційні ризики

2.2. Управління інвестиційними ризиками

2.3. Методи аналізу ризику інвестора

Висновки до розділу 2

## РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИКО-ІГРОВИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

3.1. Математичний апарат теорії ігор для задачі вибору оптимальної стратегії інвестування

3.2. Програмна реалізація вибору інвестиційного проекту в умовах ризику

Висновки до розділу 3

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

6. Календарний план виконання роботи (проекту)

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи</i>	01.12.2019	01.12.2019
2	<i>Розробка та затвердження завдання на випускну кваліфікаційну роботу</i>	15.01.2020	15.01.2020
3	<i>Вступ</i>	01.06.2020	
4	<i>Розділ 1. Основи підприємницької діяльності в умовах економічного ризику</i>	25.06.2020	
5	<i>Розділ 2. Аналіз інвестиційних ризиків підприємця</i>	02.09.2020	
6	<i>Підготовка статті у збірник наукових статей магістрів</i>	07.09.2020	
7	<i>Розділ 3. Теоретико-ігровий підхід до вибору інвестиційних проєктів</i>	19.10.2020	
8	<i>Висновки</i>	02.11.2020	
9	<i>Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі науковому керівнику</i>	05.11.2020	
10	<i>Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	20.11.2020	
11	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи</i>	23.11.2020	
12	<i>Представлення готової зшитої випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	25.11.2020	
13	<i>Публічний захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	За розкладом роботи ЕК	

7. Дата видачі завдання «15» січня 2020 р.

8. Науковий керівник випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Роскладка А. А.  
(підпис, прізвище, ініціали)

9. Гарант освітньої програми

Гамалій В. Ф.  
(підпис, прізвище, ініціали)

10. Завдання прийняла до виконання студентка

Демченко Є. С.  
(підпис, прізвище, ініціали)



## **Анотація**

Випускна кваліфікаційна робота присвячена дослідженню проєктних та інвестиційних ризиків при здійсненні інвестиційної діяльності підприємця. Розглянуто теоретичні основи ведення підприємницької діяльності, поняття ризику підприємця та його види.

Особливу увагу приділено дослідженню інвестиційних ризиків, методам їх аналізу та управління інвестиційними ризиками в підприємницькій діяльності.

У практичній частині роботи розроблено алгоритм для випадку інвестування двох конкуруючих підприємств та програмний додаток для застосування на практиці теоретико-ігрового підходу при вирішенні конфліктної ситуації для інвестиційних проєктів в умовах ризику.

**Ключові слова:** підприємницька діяльність, ризик, проєктний ризик, інвестиційний ризик, метод теорії ігор.

## **Annotation**

The qualification work is devoted to the study of project and investment risks in the implementation of investment activities of the entrepreneur. The theoretical bases of business activity, the concept of entrepreneur's risk and its types are considered.

Particular attention is paid to the study of investment risks, methods of their analysis and management of investment risks in business.

In the practical part of the work, an algorithm for the case of investment of two competing companies and a software application for the practical application of the theoretical-game approach in resolving a conflict situation for investment projects at risk.

**Key words:** business activity, risk, project risk, investment risk, game theory method.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ.....	5
1.1. Класифікація підприємницької діяльності.....	5
1.2. Ризики у підприємницькій діяльності.....	8
1.3. Типи економічних ризиків.....	11
Висновки до розділу 1.....	17
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ ПІДПРИЄМЦЯ.....	19
2.1. Проектні та інвестиційні ризики.....	19
2.2. Управління інвестиційними ризиками.....	24
2.3. Методи аналізу ризику інвестора.....	28
Висновки до розділу 2.....	36
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИКО-ІГРОВИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ.....	37
3.1. Математичний апарат теорії ігор для задачі вибору оптимальної стратегії інвестування.....	37
3.2. Програмна реалізація вибору інвестиційного проекту в умовах ризику.....	42
Висновки до розділу 3.....	47
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51

## ВСТУП

Дослідження теоретичних і прикладних проблем управління в даний час стає все більш актуальним через глибокі перетворення, що відбуваються в суспільстві і, в першу чергу, внаслідок того, що відбувається перехід до інформаційного суспільства. Управлінське рішення повинно мати правове та наукове обґрунтування, компетентне, своєчасне і несуперечливе, для того щоб відповідати сучасним вимогам суспільства. На практиці це неможливо здійснити без серйозного і глибокого дослідження як самих процесів прийняття рішення, так і методів підвищення їх ефективності.

Реалізація складних проектів потребує зусиль багатьох підприємств і пов'язана із залученням великого обсягу фінансових ресурсів і з високим рівнем інвестиційних ризиків. Під ризиком зазвичай розуміють несприятливі події, які призводять до матеріальних, часових, фінансових та інших втрат. Інвестори та замовник, що беруть участь у таких проектах, можуть зажадати від проектних менеджерів зниження рівня можливих ризиків до необхідних меж. Це сприяє застосуванню підприємствами, що беруть участь у виконанні проектів, сучасних технологій управління проектами, проведенню превентивних заходів щодо зниження впливу проектних ризиків.

Реалізація інвестиційних проектів, зазвичай, відбувається в умовах невизначеності. Фактор невизначеності можна інтерпретувати як супротивника суб'єкта, який приймає рішення (тим самим прийняття рішень в умовах невизначеності можна розуміти як прийняття рішень в умовах конфлікту). Саме тому, задачі оцінювання інвестиційних ризиків часто формуються як теоретико-ігрові.

Інвестиційні ризики стали предметом вивчення таких дослідників як В. В. Вітлінський [9-14], П. І. Верченко [9, 14], С. І. Наконечний [10, 11], А. В. Матвійчук [28], Я. Л. Слейко Я.Л., О.І. Слейко О.І., К. Є. Раєвський [17] та інші.



Теоретико-ігровий підхід до моделювання різних ситуацій, пов'язаних із ризиками досліджували М. Я. Баргіш, І. М. Дудзяний, Л. Л. Роман [3, 4], В.В. Вітлінський, П. І. Верченко, А. В, Сігал, Я. С. Наконечний [14], а також багато зарубіжних вчених таких як L. Samuelson L [41], T. Roughgarden [42] та інші.

*Метою роботи* є узагальнення теоретичних і методичних підходів до аналізу та оцінки ризиків інвестиційної діяльності підприємства.

*Об'єкт дослідження* – інвестиційна діяльність підприємства в умовах ризику.

*Предмет дослідження* – моделі та методи оцінки ризиків при виборі проєктів інвестицій.

Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- дослідити особливості діяльності підприємства в умовах економічного ризику;
- дослідити методи управління інвестиційними та проєктними ризиками;
- проаналізувати класифікацію методів оцінки інвестиційних ризиків;
- провести аналіз можливостей застосування математичного апарату теорії ігор для задачі оцінки ризику інвестиційних проєктів;
- здійснити програмну реалізацію оптимального вибору інвестиційного проєкту на основі теоретико-ігрового підходу.

## РОЗДІЛ 1

### ОСНОВИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ

#### 1.1. Класифікація підприємницької діяльності.

Підприємництво є стратегічним фактором та внутрішнім джерелом стійкого економічного розвитку і матеріального забезпечення добробуту населення країни в ринкових умовах господарювання. Однак, ці функції підприємництво здатне виконувати тільки при науковому підході до розуміння його сутності і змісту.

У сучасній економічній теорії відсутнє однозначне трактування сутності підприємництва. В більшості випадків сутність цього явища підмінюється метою підприємницької діяльності, а саме зводиться до отримання прибутку. Правильне розуміння дійсної сутності підприємництва є однаково важливим як для економічної науки, так і для господарської практики [40].

На сьогоднішній день у світі не існує загальноприйнятого визначення підприємництва. Американський учений, професор Роберт Хизрич визначає «підприємництво як процес створення чогось нового, що має вартість, а підприємця – як людину, що затрачає на цей процес весь необхідний час і сили, бере на себе весь фінансовий, психологічний і соціальний ризик, одержуючи в нагороду гроші і задоволення досягнутим». В американській навчальній і науковій літературі дається безліч інших визначень, що характеризують підприємництво і підприємця з економічної, політекономічної, психологічної, управлінської й інших точок зору [40].

Кемпбелл Макконнелл і Стенлі Брю у своїй книзі розкривають значення терміну «підприємництво» через чотири функції підприємця [40]:

1. Підприємець бере на себе ініціативу з'єднання ресурсів землі, капіталу і праці в єдиний процес виробництва чи товару послуги. Виконуючи роль свічі запалювання і каталізатора, підприємець одночасно є рушійною силою

виробництва і посередником, що зводить разом інші ресурси для здійснення процесу, що обіцяє бути прибутковою справою.

2. Підприємець бере на себе важку задачу прийняття основних рішень у процесі ведення бізнесу, тобто ті нерутинні рішення, що і визначають курс діяльності підприємства.

3. Підприємець – це новатор, особа, що прагне вводити в побут на комерційній основі нові продукти, нові виробничі технології і навіть нові форми організації бізнесу.

4. Підприємець – це людина, що йде на ризик. Це впливає з ретельного вивчення інших трьох його функцій. У капіталістичній системі підприємцю прибуток не гарантований. Винагородою за витрачений час, зусилля і здібності можуть виявитися привабливі прибутки або збитки і зрештою банкрутство. Коротше кажучи, підприємець ризикує не тільки своїм часом, працею і діловою репутацією, але і вкладеними коштами - своїми власними, а також коштами компаньйонів чи акціонерів.

Для усвідомлення сутності підприємництва слід зрозуміти, що воно є багатоплановим явищем. Його соціально-економічну сутність слід розглядати як економічну категорію, специфічний фактор виробництва, активний і динамічний елемент бізнесу, особливий вид діяльності, певні тип і стиль господарської поведінки [13]. Усе розмаїття підприємницької діяльності може бути класифіковане за різними ознаками:

- вид діяльності (виробнича, комерційна, фінансова, консультативна). Усі види можуть функціонувати роздільно чи разом;
- форма власності майна (приватна, державна, муніципальна, знаходиться у власності суспільних об'єднань (організацій)). При цьому держава не може встановлювати в який би те ні було формі обмеження чи переваги в здійсненні прав власності в залежності від перебування майна в приватній, державній, муніципальній чи суспільній власності об'єднань (організацій);
- кількість власників (індивідуальне, колективне);
- організаційно-правова і організаційно-економічна форма;

- ступінь використання найманої праці.

Для прийняття обґрунтованого рішення щодо організаційної форми підприємцю необхідно з'ясувати переваги та недоліки кожної з передбачених чинним законодавством організаційних форм підприємницької діяльності в Україні: індивідуальне підприємництво фізичних осіб, приватне підприємство, товариство з обмеженою відповідальністю, товариство з додатковою відповідальністю, повне товариство, акціонерне товариство відкритого та закритого типу [13].

Підприємства залежно від кількості працюючих та обсягу валового доходу від реалізації продукції за рік можуть бути віднесені до малих підприємств, середніх або великих підприємств.

Малими (незалежно від форми власності) визнаються підприємства, в яких середньооблікова чисельність працюючих за звітний (фінансовий) рік не перевищує п'ятдесяти осіб, а обсяг валового доходу від реалізації продукції (робіт, послуг) за цей період не перевищує суми, еквівалентної п'ятистам тисячам євро за середньорічним курсом Національного банку України щодо гривні.

Великими підприємствами визнаються підприємства, в яких середньооблікова чисельність працюючих за звітний (фінансовий) рік перевищує тисячу осіб, а обсяг валового доходу від реалізації продукції (робіт, послуг) за рік перевищує суму, еквівалентну п'яти мільйонам євро за середньорічним курсом Національного банку України щодо гривні.

Усі інші підприємства визнаються середніми.

Об'єднання підприємств – комплекс підприємств, створюваний з метою координації діяльності, забезпечення захисту прав, представлення загальних інтересів. Організація таких об'єднань повинна здійснюватися на добровільних початках з урахуванням антимонопольних вимог, установлених відповідним законодавством.

До основних об'єднань підприємств можна віднести: концерни, асоціації, консорціуми, синдикати, картелі, фінансово-промислові групи.

## 1.2. Ризики у підприємницькій діяльності

У фінансово-економічному словнику надані наступні визначення ризику і економічного ризику.

Ризик – усвідомлена можливість небезпеки виникнення непередбачених втрат очікуваного прибутку, майна, грошей у зв'язку з випадковими змінами умов економічної діяльності, несприятливими обставинами. Вимірюють частотою, ймовірністю виникнення того чи іншого рівня втрат [9].

Ризик економічний – ймовірність того чи іншого результату (отримання прибутку чи зазнавання втрат) від реалізації певного господарського проекту чи операції [10-12, 15].

Розмаїття думок про сутність ризику пояснюється, зокрема, багатоаспектністю цього явища, практично повним його ігноруванням в існуючому господарському законодавстві, недостатнім використанням у реальній економічній практиці й управлінській діяльності. Крім того, ризик – це складне явище, що має безліч неспівпадаючих, а іноді протилежних реальних основ [20]. Проте щодо визначень об'єкта, суб'єкта і джерела ризику думки вчених (зокрема, В.В. Вітлінського, П.І. Верченко, О.І. Ястремського, Л.І. Донця та С.І. Коротуна) співпадають. У їхніх працях містяться наступні визначення цих понять.

Об'єкт ризику – економічна система, ефективність та умови функціонування якої наперед точно невідомі [9-14, 16].

Під суб'єктом ризику розуміють особу (або колектив), яка зацікавлена в результатах керування об'єктом ризику і має компетенцію прийняття рішень щодо об'єкта ризику [9].

Джерело ризику – це чинники (явища, процеси), які спричиняють невизначеність результатів, конфліктність у широкому сенсі цього поняття [9].

Виходячи із походження терміну «ризик», проаналізувавши еволюцію цього поняття та дослідивши визначення сучасних вчених, можна дійти наступних висновків: по-перше, ризик пов'язаний із можливістю втрат; по-друге, ризик пов'язаний із можливістю виграшу; по-третє, ризик можливий лише при альтернативності вибору.

У праці В.В. Лук'янової та Т.В. Головача зазначається наступне. Сучасні теорія і практика управління ризиками розглядають ризик не тільки як небажану ознаку невизначеності майбутніх подій, а й як джерело позитивних, прибуткових можливостей, тобто виокремлюють два типи ризиків: ризик-позитив та ризик-негатив [27]. Якщо розглядати ризик як тривимірну модель (ризик як загроза, ризик як невизначеність, ризик, як шанс (можливість), то він потребує не мінімізації, а оптимізації [27]. Вважаємо, що під термінами „ризик-позитив” та „ризик-негатив” було закладено розуміння саме „виграшу” та „втрат” розглянутих вище. Та існування таких термінів неможливе, оскільки вони містять протилежні значення. Ризик – це певна невизначеність, можливість настання різних результатів, негативного і позитивного, кращого і гіршого.

Водночас потрібно розрізнити можливість настання різних результатів і можливість вибору різних варіантів. Наприклад, інвестор має можливість вкласти капітал у один із трьох запропонованих проектів. Тут він здійснює вибір варіанту. Проте реалізація кожного з них може призвести до певних прибутків чи збитків.

Випереджаючий ризик – ризик, який виникає до його попередньої оцінки і розробки заходів з управління цим ризиком. Своєчасний ризик – ризик, оцінка і розробка заходів щодо управління яким виникає разом із самим ризиком. Запізнілий ризик – ризик, який виникає після його попередньої оцінки і розробки заходів по управлінню цим ризиком.

Керований ризик – ризик, на виникнення, характерні риси, тривалість чи ступінь якого підприємство може певним чином вплинути. Некерований ризик – ризик, який існує незалежно від підприємства. Стохастичний ризик – ризик, для якого відомо дані про сутність потенційних проблем або сценаріїв розвитку певних процесів, а також імовірність кожного з варіантів [20, 21].

Невизначений ризик – ризик, для якого даних про ймовірність його реалізації немає [20, 21].

Конкурентний ризик – ризик, який виникає внаслідок конфліктності, тобто свідомої протидії суб'єктів, які функціонують в умовах обмеженості різних

ресурсів (економічна конкуренція), а також між особистісного протистояння, зумовленого впливом психологічних факторів [20].

Отже, ризик – це вибір одного з альтернативних варіантів в умовах невизначеності в надії на отримання виграшу з одночасним усвідомленням можливості втрат. Всі класифікаційні ознаки можна поділити на три групи: по-перше, залежно від джерел виникнення (по відношенню до підприємства; за масштабами); по-друге, залежно від наслідків (залежно від рівня втрат, за можливим виграшем; за співвідношенням втрат і виграшу); по-третє, залежно від характеру самого ризику (залежно від тривалості дії; за ступенем обґрунтованості; залежно від часу прийняття рішень; залежно від керованості; залежно від ситуації). При визначенні видів ризику залежно від наслідків, крім рівня можливих втрат і можливого виграшу слід враховувати також ймовірність їх виникнення.

Становлення ринкових відносин в Україні характеризується динамічною зміною економічної ситуації, зростаючою невизначеністю розвитку складових господарської системи. Звідси – поява невпевненості підприємця у досягненні кінцевих результатів діяльності, неясність у визначенні можливих прибутків або втрат. Особливо це притаманне інноваційному підприємництву, початковим стадіям будь-якого бізнесу або здійсненню нових підприємницьких задумів [13].

Ринкова система господарювання базується на економічній свободі підприємця. Регулювання підприємницької діяльності відбувається через встановлення норм її здійснення, дією системи оподаткування. Все інше визначається інтересами виробників і споживачів, дією ринкових конкурентних сил. Але конкурентно-ринкове середовище вбирає свободу багатьох учасників підприємницької діяльності. За таких умов вигода для одних може обернутися збитками для інших. Це означає, що підприємець постійно стикається з невизначеністю, неповнотою інформації, а отже - з підвищеним ризиком [13].

Характерною особливістю підприємницького ризику є його пряма залежність від умов конкретної угоди або дії у виробництві, закупці чи реалізації продукції. Отже, висновок: найбільш вагомими складовими ризику виступають

непередбачливість ринкової кон'юнктури, обсягів попиту та його структури, поведінки споживачів, рівня цін.

Таким чином, підприємницьким ризиком слід вважати ризик, який виникає в усіх сферах діяльності бізнесмена: виробництві, реалізації товарів та послуг, фінансовому та торговельному посередництві, здійсненні науково-технічних і комерційних проектів. У кожній сфері підприємницької діяльності ризик пов'язується з можливою втратою (повною або частковою) ресурсів, що є у розпорядженні підприємця. Це можуть бути матеріальні, фінансові, інтелектуальні та інші ресурси [28].

Крім того, ризик пов'язується з можливою втратою доходів або їх недоодержанням порівняно з очікуваним результатом. Як правило, втрата або недоотримання доходів знаходяться в прямій залежності від раціонального використання ресурсів.

Отже, ризик – це небезпека втрати повністю або частково ресурсів або доходів. Іншими словами, ризик має якісну й кількісну оцінки. Якщо відбувається та чи інша подія в ринковому середовищі, то можливими можуть стати три економічні результати: негативний (програш, збитки), нульовий і позитивний (виграш, вигода) [28].

### **1.3. Типи економічних ризиків**

Тенденція до ускладнення соціально-економічних процесів породжує появу все нових видів і типів ризику.

Ризик, як правило, поділяють на два типи – динамічний і статичний.

*Динамічний ризик* – це ризик, пов'язаний з непередбачуваними (недетермінованими) змінами вартості основного капіталу внаслідок прийняття управлінських рішень або непередбачуваними зсувами у ринкових чи політичних реаліях. Такі зміни можуть призвести як до збитків, так і до додаткових прибутків.

*Статичний ризик* – це ризик, пов'язаний зі скороченням реальних активів внаслідок втрати частки власності, а також із скороченням доходу через неіездатність організації. Цей ризик може призвести лише до збитків.



Видове різноманіття ризиків дуже велике – від пожеж і стихійних лих до міжнаціональних конфліктів, змін у законодавстві, що регулює економічну та підприємницьку діяльність, інфляційних коливань тощо.

В економічній літературі, присвяченій проблемам класифікації ризику, на наш погляд, ще немає чіткої системи класифікації ризиків. Існує низка підходів до цього. Очевидно чинником ризику є все оточуюче нас довкілля, а також усі елементи об'єкта дослідження як складної економіко-кібернетичної системи (джерелами ризику є всі елементи системи, її прямі та зворотні зв'язки).

Певний інтерес становить класифікація ризику, здійснена відомим економістом Й. Шумпетером, який виокремлює два види ризику:

- ризик, пов'язаний з можливим технічним провалом виробництва. Сюди він відносить також загрозу втрати благ, пожежі, пошкодження, зумовлені стихійними лихами;
- ризик, пов'язаний з відсутністю комерційного успіху.

Класифікують ризики і за такими ознаками:

- ризик, пов'язаний з господарською діяльністю;
- ризик, пов'язаний з особистістю підприємця;
- ризик, пов'язаний з неповною інформацією щодо стану довкілля.

У праці [9] наводиться глосарій ризиків, які, в свою чергу, поділяються на види. Зокрема, серед груп ризиків наведено такі:

- країнні ризики (політичні та макроекономічні);
- маркетингові ризики;
- транспортні ризики;
- ризики визначення предмета угоди;
- ризики умови кількості;
- ризики умови якості;
- ризики умови упаковки та маркування;
- ризики умови ціни;
- ризики умови постачання;

- ризики валютно-фінансових умов контракту;
- ризики умов форс-мажорних обставин;
- ризики визначення умов розгляду арбітражу;
- комерційні ризики;
- ризики, пов'язані з процесом митного оформлення тощо.

У низці наукових праць [11, 16, 18, 21] запропоновано таку класифікацію ризику:

- за масштабами та обсягами (глобальний, локальний);
- за аспектами (психологічний, соціальний, економічний, екологічний, юридичний, політичний, медико-біологічний);
- за мірою об'єктивності та суб'єктивності (з об'єктивною ймовірністю, з суб'єктивною ймовірністю, з об'єктивно-суб'єктивною ймовірністю);
- за ступенем (мірою) ризиконасиченості рішень (мінімальний, середній, оптимальний або ж допустимий, критичний, катастрофічний);
- за мірою обґрунтованості ризику (раціональний, нераціональний, авантюрний);
- за терміном оцінки та урахування ризику (випереджаючий, своєчасний, запізнений);
- за чисельністю осіб, які беруть участь у прийнятті рішень (індивідуальний, груповий, колективний);
- за ситуаційним класом джерел (в умовах невизначеності, в умовах конфлікту (конкуренції), в умовах розпливчастості (нечіткості)).

Кожний вид ризику, в свою чергу, доцільно детально розкласти на елементи, проаналізувати, змодельовати, урахувати, що дасть змогу певною мірою зменшити ступінь невизначеності та її руйнівні дії.

Для прикладу проаналізуємо деякі види ризиків.

*Політичний ризик* – це можливість виникнення збитків чи скорочення обсягу прибутку внаслідок державної політики. Політичний ризик зумовлений можливими змінами курсу, зсувами пріоритетів на урядовому рівні. Його

врахування є особливо актуальним у країнах з неусталеним законодавством, з відсутністю традицій і загальної культури підприємництва.

Політичний ризик притаманний підприємницькій діяльності і його неможливо уникнути. Його можна лише прогнозувати й враховувати.

Слід зазначити, що спроби врахування політичного ризику, зумовленого діями окремих державних діячів чи урядів, відносяться ще до ХІХ ст. Скажімо, відомий банкір Ротшільд так організував систему інформації про політичні події, що отримував повідомлення про них на кілька днів раніше, ніж уряд.

Про важливість врахування політичного ризику в підприємницькій діяльності свідчить і те, що для аналізу й оцінювання політичного ризику створена світова мережа спеціалізованих аналітичних центрів як комерційного, так і некомерційного характеру. У розвинутих країнах нараховується понад 500 таких центрів.

Політичні ризики можна розподілити на чотири групи:

- ризик націоналізації та експропріації без адекватної компенсації;
- ризик трансферту, зумовлений можливими обмеженнями та конвертацією місцевої валюти;
- ризик розірвання контракту внаслідок дій владних структур країни, у якій знаходиться компанія-контрагент;
- ризик військових дій і громадських заворушень тощо.

Політичні ризики умовно можна розподілити також на країнний, регіональний, міжнародний. Оскільки на політичні ризики підприємець безпосереднього впливу не має, то їх слід віднести до групи зовнішніх ризиків.

*Виробничий ризик.* Цей ризик пов'язаний з виробництвом продукції, товарів і послуг; із здійсненням будь-яких видів виробничої діяльності, в процесі якої підприємці стикаються з проблемами неадекватного використання сировини, підвищенням собівартості, збільшенням втрат робочого часу, неефективним використанням нових методів виробництва.

До основних причин, що зумовлюють економічний ризик, можна віднести:

- зниження намічених обсягів виробництва та реалізації продукції внаслідок спаду продуктивності праці, простоїв обладнання, втрат робочого часу, відсутності в потрібний момент часу необхідної кількості матеріалів та комплектуючих, підвищення відсотка браку;
- зниження цін, згідно з якими планувалося реалізовувати продукцію та послуги, у зв'язку з їхньою недостатньою якістю, несприятливими змінами у ринковій кон'юнктурі тощо;
- збільшення питомої ваги затрат матеріальних, енергетичних, паливних ресурсів, зростання транспортних витрат, торговельних накладних та інших побічних витрат;
- зростання фонду оплати праці з причин перевищення очікуваної чисельності працюючих чи внаслідок перевищення рівня заробітної плати окремим працівникам;
- зростання податків та інших відрахувань внаслідок змін ставки оподаткування тощо;
- низький рівень дисципліни постачання, зокрема, збої в постачанні палива, електроенергії тощо;
- фізичне та моральне зношення основних фондів (обладнання) тощо.

*Комерційний ризик.* Це ризик, що виникає в процесі реалізації товарів і послуг, вироблених чи куплених підприємцем. Деякі з основних причин комерційного ризику:

- зниження обсягів реалізації внаслідок зниження попиту або витіснення даного товару конкуруючими товарами (замінниками) або запровадження обмежень на продаж даного товару тощо;
- підвищення закупівельної ціни товару в процесі здійснення підприємницького проекту;
- втрата частки товару;
- погіршення якості товару в процесі зберігання чи транспортування, що спричиняє зниження його ціни;

- підвищення затрат обертання коштів внаслідок сплати штрафів, відрахувань, стягнень, що спричиняє зниження прибутків тощо.

Комерційний ризик можна деталізувати на такі складові:

- ризик, пов'язаний з реалізацією товару (послуг) на ринку;
- ризик, пов'язаний з транспортуванням товару;
- ризик, пов'язаний з передачею товару (послуг) покупцеві;
- ризик, пов'язаний з платоспроможністю покупця;
- ризик форс-мажорних обставин.

*Фінансовий ризик.* Під фінансовим розуміють ризик, що виникає під час здійснення фінансового підприємництва чи фінансових угод. До фінансового ризику належать:

- валютний ризик;
- кредитний ризик;
- інвестиційний ризик.

Зупинимося на інвестиційному ризикові. Він зумовлюється і залежить від специфіки вкладення підприємницькою фірмою коштів у різні проекти. Основні ризики, які належать до групи інвестиційних наведено в табл. 1.1 [9].

Нерідко в економічній літературі інвестиційними ризиками вважають лише ризики, зумовлені вкладенням коштів у цінні папери. Насправді під цими ризиками слід розуміти різноманітні суттєві ризики, що можуть виникнути при інвестуванні коштів.

*Інноваційний ризик* – це міра можливих збитків, які можуть виникнути у разі вкладення підприємницькою фірмою коштів у виробництво нових товарів, технологій, послуг, що не відразу сприймаються ринком або не знаходять свого споживача взагалі. У літературі з теорії економічного ризику цей вид ризиків також детально проаналізований [27-29].

Слід зазначити, що різноманітні ризики здебільшого взаємопов'язані, зміни одних викликають зміну інших. Більшість з них впливають на результати економічної діяльності і вимагають як аналізу на якісному, так і на кількісному рівнях.

### Основні види інвестиційного ризику

Види ризику	Пояснення
Капітальний	Загальний ризик, що стосується усіх інвестиційних вкладень. Ризик полягає у тому, що інвестор буде не в змозі повернути інвестовані засоби без збитків
Селективний	Ризик спрямованого вибору об'єкта для інвестування в порівнянні з іншими варіантами
Відсотковий	Ризик понесення збитків, зумовлених змінами відсоткових ставок на ринку
Країнний	Ризик можливих збитків у зв'язку з вкладенням коштів у підприємства, що знаходяться під юрисдикцією країни з нестабільним соціальним та економічним становищем
Операційний	Ризик можливих збитків, пов'язаних із збоями в функціонуванні комп'ютерних інформаційних систем
Часовий	Ризик інвестування коштів у невдало обраний час, що тягне за собою збитки
Ризик законодавчих змін, нестабільності законодавчої бази	Можливі збитки, зумовлені змінами в законодавчому регулюванні
Ризик ліквідності	Ризик, зумовлений реалізацією цінних паперів при можливих змінах в оцінці ліквідності
Ризик інфляції	Ризик полягає у тому, що через високі темпи інфляції доходи, які надійдуть від інвестованих коштів, можуть знецінитися у реальних цінах

Отже кількісний аналіз та моделювання є тими інструментальними засобами, які дають змогу оцінити, виокремити, нехай і наближено, суттєві ризики від несуттєвих (надуманих).

### Висновки до розділу 1

Підприємництво є стратегічним фактором та внутрішнім джерелом стійкого економічного розвитку і матеріального забезпечення добробуту населення країни в ринкових умовах господарювання.

На сьогоднішній день у світі не існує загальноприйнятого визначення підприємництва. Одним із найбільш простих і зрозумілих визначень можна вважати визначення американського вченого, професора Роберта Хизрича:

«підприємництво як процес створення чогось нового, що має вартість, а підприємця – як людини, що затрачає на цей весь необхідний час і сили, бере на себе весь фінансовий, психологічний і соціальний ризик, одержуючи в нагороду гроші і задоволення досягнутим».

Будь-яка економічна діяльність пов'язана із наявністю в тій чи іншій мірі ризику як усвідомленої можливості небезпеки виникнення непередбачених втрат очікуваного прибутку, майна, грошей у зв'язку з випадковими змінами умов економічної діяльності, несприятливими обставинами.

Підприємницьким ризиком слід вважати ризик, який виникає в усіх сферах діяльності бізнесмена: виробництві, реалізації товарів та послуг, фінансовому та торговельному посередництві, здійсненні науково-технічних і комерційних проєктів.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ ПІДПРИМЦЯ

#### 2.1. Проектні та інвестиційні ризики

Діяльність, пов'язана з розробкою, фінансуванням та реалізацією інвестиційних проектів, є специфічним видом господарської діяльності. Специфіка такої діяльності виявляється в підвищених ризиках учасників інвестиційного проекту, що визначаються такими особливостями проектної діяльності:

- розтягненістю в часі (для окремих проектів “проектний цикл” може тривати роки й навіть десятиліття);
- великою кількістю учасників (кредиторів, інвесторів, замовників, постачальників інвестиційних товарів, консультантів, проектувальників, підрядчиків, користувачів об'єкта інвестиційної діяльності, гарантів і поручителів, страхувачів, покупців (замовників) проектного продукту тощо);
- складним характером, тобто комбінацією простіших, “елементарних” форм господарської діяльності (наукової, технічної, комерційної, виробничої, будівельної, фінансово-кредитної, страхової тощо);
- інтернаціональним характером багатьох проектів, який породжує ризики щодо різних країн і політики.

Умови реалізації й фінансування інвестицій у реальному секторі вітчизняної економіки у наш час можна охарактеризувати як найвищою мірою ризиковані. Про це свідчать різноманітні зарубіжні рейтинги привабливості «інвестиційного клімату» в Україні. Війна на сході України, економічна, політична, конституційна кризи та ще й на фоні боротьби з пандемією коронавірусу висувують додаткові вимоги до організаторів проектної діяльності щодо оцінки ризиків і управління ними.

Основна умова зниження ризикованості реальних інвестицій полягає в послідовній і наполегливій реалізації довгострокової політики підтримки інвестицій у реальному секторі економіки. За будь-якого інвестиційного клімату,



що існує на певний момент у країні, регіоні чи галузі, рівень конкретних ризиків для окремих учасників інвестиційної діяльності залежить від вибору й ефективності застосування тих чи інших методів та інструментів управління ризиками.

Усі учасники реалізації проекту намагаються уникнути можливих збитків, запобігаючи їм за допомогою різних засобів. Проте ризик існує завжди.

Щоб знизити втрати від можливих прорахунків і забезпечити реалізацію проекту загалом, методологія управління проектами передбачає спеціальні заходи, пов'язані з урахуванням чинників непевності й ризику на всіх фазах і етапах реалізації проекту.

Проектними вважається сукупність ризиків, що загрожують реалізації інвестиційного проекту чи можуть знизити його ефективність (комерційну, економічну, бюджетну, соціальну, екологічну тощо). Близьким до поняття “проектний ризик” є поняття “непевність”, яке часто використовують для характеристики певних видів ризиків або як синонім поняття “ризик”.

При оцінці проектів найбільш суттєвими є такі види невизначеності та інвестиційних ризиків [17]:

- невизначеність політичної ситуації, ризик несприятливих соціально-політичних змін у країні та регіоні;
- ризик, пов'язаний із нестабільністю економічного законодавства та поточної економічної ситуації, умов інвестування та використання прибутку;
- зовнішньоекономічний ризик (можливість введення обмежень на торгівлю та постачання, закриття кордонів тощо);
- неповнота та неточність інформації про динаміку техніко-економічних показників, параметри нової техніки та технології;
- коливання ринкової кон'юнктури, цін, валютних курсів, невизначеність природнокліматичних умов, можливість стихійних лих;
- виробничо-технологічний ризик (аварії, виробничий брак);

- невизначеність цілей, інтересів та поведінки учасників; неповнота та неточність інформації про фінансовий стан та ділові репутації підприємств-учасників (можливість неплатежів, банкрутств, зривів договірних зобов'язань).

За джерелами виникнення ризику інвестиційних проєктів класифікуються на:

- політичні;
- господарські;
- форс-мажорні.

Політичні ризики обумовлені:

- ризиком зміни державного устрою, частими змінами уряду;
- нестабільністю політичної влади;
- неадекватністю політичних рішень;

Господарські ризики можуть включати:

- ризик зміни податкового законодавства;
- ринковий ризик (відсутність споживачів товарів та послуг);
- ризик капітальних вкладень (інфляція);
- ризик зміни цін постачальників;
- ризик затримки платежів за реалізовану продукцію;
- ризик неадекватного менеджменту тощо.

Форс-мажорні обставини включають:

- ризики землетрусу, повені, бурі, урагану та інших стихійних лих;
- ризики виникнення міжнаціональних конфліктів;
- ризик втрати майна при пожежі.

Інвестори повинні бути впевнені, що прогнозованих доходів від проєкту вистачить для покриття витрат, виплат заборгованостей та забезпечення окупності капіталовкладень. Мова йде про ризик нежиттєздатності проєкту [2, 8, 24].

Велика доля позикового капіталу при здійсненні проєктів підвищує ризик порушення принципу ліквідності підприємства, тобто існує фінансовий ризик. Взагалі, фінансовий ризик поділяють на ризик ліквідності та ризик рентабельності.

Договірні виплати платежів по кредиту, як правило, необхідно проводити і тоді, коли проект здійснюється не так успішно, як було заплановано. Результатом може бути ліквідація проекту, продаж за безцінь майна та втрата власного капіталу. При фінансуванні власним капіталом можна припинити виплату дивідендів та заплановані погашення аж до покращення ситуації з ліквідністю.

З іншого боку, отримання додаткового капіталу підвищує рентабельність власного капіталу. Це виникає тоді, коли проценти за додатковий сторонній капітал менші за прибуток від капіталу. Частіше, неможливо взагалі відмовитися від використання в проекті стороннього капіталу, так як не вистачає коштів для покриття витрат на необхідні інвестиції. Якщо отримані кошти зі сторони не ведуть до збільшення прибутку, то може скластися ситуація, коли рентабельність власного капіталу значно зменшується, і в екстремальному випадку можна втратити і власний капітал. Навіть успішні проекти не можуть бути захищені від коливань. Тому планові щорічні доходи від проекту повинні перекривати максимальні річні виплати по заборгованості. При цьому, для зниження ризику, який має назву ризик несплати заборгованості, формують резервний фонд як можливість додаткового фінансування проекту шляхом відрахувань визначеного відсотка від реалізації продукції проекту.

Податковий ризик включає: неможливість використання з тих або інших причин податкових пільг, встановлених законодавством; зміну податкового законодавства та рішення податкової служби, які знижують податкові переваги [7].

Інвесторів турбує і ризик додаткових витрат, пов'язаних із несвоєчасним завершенням будівництва проекту через інфляції, коливання курсів валют, екологічні проблеми. Тому, перед початком будівництва учасники проекту повинні дійти згоди відносно гарантій його своєчасного завершення [34, 35].

Ризик непередбачених змін вартісних оцінок проекту в результаті зміни початкових управлінських рішень, а також змін ринкових та політичних обставин, отримав назву динамічного. Зміни можуть привести як до втрат, так і до додаткових доходів.

Ризик втрат реальних активів внаслідок нанесення збитків власності мі

незадовільної організації називається статичним. Цей ризик призводить лише до втрат.

Виходячи з певної ймовірності виникнення небажаних ситуацій, необхідно побудувати діяльність таким чином, щоб зменшити ризик і пов'язані з ним втрати в майбутньому.

Необхідно також провести аналіз чутливості проекту. Він полягає в тому, що, крім прогнозованих фінансових результатів, розрахованих для базового варіанту, виконується розрахунок ще для декількох екстремальних випадків [33, 37]:

- розрахунок за найгіршим сценарієм – коли зовнішні фактори максимально заважають здійсненню проекту;
- розрахунок за найкращим сценарієм – коли зовнішні фактори максимально сприяють здійсненню проекту.

За найгіршого сценарію реалізації проекту повинна бути забезпечена прибутковість, яка гарантує виконання зобов'язань перед кредиторами.

Із точки зору причин виникнення, проектні ризики обумовлені:

- постановкою помилкової цілі, невизначеністю ситуації;
- можливістю відхилень у процесі реалізації рішень від цілей, передбачених проектом, внаслідок внутрішнього та зовнішнього впливу;
- ймовірністю досягнення помилкового результату;
- можливістю виникнення несприятливих наслідків у ході реалізації проекту;
- очікуванням безпеки, невдачі;
- обмеженістю ресурсів;
- зіткненням інтересів учасників складання плану проекту та виконавців;
- недостатньою кваліфікацією персоналу, схильністю до суб'єктивізму;
- протидією партнерів;
- обов'язковістю вибору при прийнятті рішень;
- форс-мажорними обставинами (природними, політичними, економічними, технологічними, ринковими і т. п.);

- договірною дисципліною (затримкою постачань, розривом контрактів);
- дисципліною зобов'язань (несвоєчасною сплатою відсотків, податків та інших платежів);
- низькою якістю продукції, робіт, послуг тощо.

Втрати, пов'язані з ризиком, можуть бути: матеріальними (додаткові витрати сировини, матеріалів, палива, обладнання та іншого майна), фінансовими (штрафи, пені, неустойки, неповернення дебіторської заборгованості, зменшення реалізації внаслідок зменшення цін та ін.), трудовими (непередбачені простої, виплати за простої та ін.), втратами часу.

## **2.2. Управління інвестиційними ризиками.**

Як зазначалося, одним з основних завдань, які розв'язують у межах управління проектами, є управління ризиками проектної діяльності, або управління ризиками проекту. Це завдання не відокремлюється від більшості інших функцій управління проектами. При визначенні фінансових потреб, обчисленні кошторису й бюджету, підготовці й укладенні контрактів, під час контролю за реалізацією проекту постає завдання захисту учасників проектної діяльності від різних видів ризиків.

Ризики існують на всіх фазах і етапах проектної діяльності, тому функція управління ними є актуальною аж до закриття проекту. Управління проектними ризиками “пронизує” всі без винятку напрямки діяльності в межах управління проектами. Тому виникають різні труднощі (організаційні, кадрові, психологічні тощо) щодо виокремлення цієї функції в самостійний елемент організаційної структури управління проектами. У процесі реалізації навіть великих проектів діяльність з управління ризиками координує керівник (менеджер) проекту: за чіткої в йому організації управління проектом без методичної бази щодо управління ризиками можуть виникати великі проблеми. Якщо проектна команда не врахує хоча б один істотний ризик або не забезпечить своєчасно кваліфікований захист від нього, крах проекту неминучий з певними наслідками для всіх або окремих його учасників. Досвід негативної реалізації багатьох проектів у державному та

приватному секторах багатьох країн - наочне цьому підтвердження. Це зумовило появу на Заході в 90-х роках ХХ ст. великої кількості праць у галузі управління проектними ризиками в межах управління проектами. Нагромаджено великий обсяг знань, процедур і технологій щодо обмеження (мінімізації) ризиків при реалізації проектів. У межах управління проектними ризиками розглядають такі питання [37]:

- класифікацію проектних ризиків;
- методи виявлення й оцінки ризиків;
- інформаційне забезпечення управління ризиками;
- моніторинг і прогнозування ризиків;
- технологію зниження (елімінування) ризиків;
- організацію управління ризиками;
- оцінювання ефективності й обґрунтування оптимального рівня витрат на управління ризиками.

У межах теорії та практики управління проектними ризиками найважливішими є, зокрема, методи оцінки, моніторингу та прогнозування ризиків, інформаційного забезпечення управління ризиками [25].

Діяльність з управління ризиками охоплює такі основні напрямки (етапи): ідентифікацію (виявлення) ризику, його оцінку, вибір методу та засобів (інструментів) управління ризиком, запобігання, контролювання, фінансування ризику, оцінку результатів.

Перші два напрямки прийнято називати аналізом ризику. При цьому ідентифікація ризику належить до якісного аналізу, а оцінка ризику - до кількісного.

У теорії управління ризиками серед кількісних методів аналізу ризику найвідоміші метод статистичного аналізу, аналіз доцільності витрат і метод експертних оцінок.

Призначення аналізу ризиків -- надати потенційним учасникам проектної діяльності необхідні дані для прийняття рішень щодо доцільності виконання задуманої діяльності. Аналіз ризику не обов'язково завершується ухваленням

рішення. У проектній діяльності можуть виявитися нові чинники ризику, а в оцінки відомих раніше ризиків можуть бути внесені корективи.

Важливим є вибір методу й інструментів управління ризиком. Зауважимо, що поняття “метод” ширше, ніж “інструмент”. У межах вибраного методу можна використовувати конкретні інструменти.

Відомі чотири основних методи управління ризиками: скасування, запобігання та контролювання, страхування та поглинання ризиків.

Скасування ризику означає відмову від певної діяльності чи таку істотну (радикальну) її трансформацію, у результаті якої ризик зникає.

Запобігання та контролювання ризику – це ефективна організація проектної діяльності, тобто коли її учасники мають змогу ефективно впливати на чинники ризику і зменшувати можливість настання несприятливої події. Контролювання ризику полягає в реалізації комплексу заходів, спрямованих на мінімізацію збитків після настання несприятливої події

Страхування ризику передбачає зменшення збитків від діяльності за рахунок фінансової компенсації зі спеціальних страхових фондів.

Поглинання ризику -- це такий спосіб діяльності, коли при матеріалізації ризику збитки повністю несе його учасник (учасники). Цей метод управління ризиками застосовують тоді, коли можливість ризику невелика чи збитки в разі його настання неістотно впливають на учасників проектної діяльності.

Будь-яка проектна діяльність пов'язана не з одним, а з багатьма ризиками, тому щодо одних ризиків застосовують метод поглинання, щодо інших – страхування, щодо третіх – запобігання та контролювання [33, 37].

Після вибору методу та інструментів управління ризиком приймають рішення щодо початку реалізації проекту. Зволікання з прийняттям такого рішення призводить до негативних наслідків для учасників проекту чи виникнення суперечностей між ними (аж до розпаду проектної компанії).

У межах кожного з розглянутих методів можуть застосовуватись одночасно кілька інструментів управління ризиками. Наприклад, у межах методу страхування використовують спільне (взаємне) страхування, перестраховання,

самострахування, різноманітні форми традиційного страхування за участю страхових компаній.

Метод запобігання та контролювання ризиків передбачає розробку планів і програм превентивних заходів ситуаційного плану, а також таких організаційно-технічних заходів на основі розроблених планів і програм [17]:

- моніторинг ризиків;
- прогнозування ризиків;
- інформування керівництва про можливу небезпеку і формування відповідних рекомендацій;
- спеціальних заходів - навчання персоналу, закупівля спеціального устаткування для ліквідації наслідків катастроф і аварій, упровадження систем електронного контролю за функціонуванням машин і устаткування.

Дієвість методу запобігання та контролювання більшості ризиків очевидна. Проте іноді ризикам неможливо запобігти чи зменшити їх, а для окремих з них превентивні заходи можуть виявитися недоцільними через великі витрати. У цьому разі застосовують метод фінансування ризиків - учасники діяльності виділяють кошти для самострахування, взаємного страхування та страхування за допомогою страховача з метою захисту майнових інтересів у разі настання певних подій.

Метод фінансування ризиків у багатьох випадках припускає одночасне використання методу запобігання та контролювання ризиків. У договорах страхування з багатьох видів ризиків містяться статті, що передбачають вжиття страхувальником необхідних превентивних заходів (протипожежних, з техніки безпеки, зі збереження майна, ремонту устаткування тощо). До управління ризиком крім безпосередніх учасників проектної діяльності залучають страхову компанію (страховача), яка відповідними методами й засобами оцінює ризики та певні обставини, бере участь у розробці планів і превентивних заходів для учасника проектної діяльності (страхувальника) і контролює виконання ним цих програм.

У теорії управління ризиками методи запобігання та контролювання ризику, а також фінансування ризику іноді об'єднують в один – застосування вибраного методу.



### 2.3. Методи аналізу ризику інвестора

При управлінні проектами важливо вчасно звернути увагу на визначення ризику в процесі оцінки доцільності прийняття тих чи інших рішень. Метою аналізу ризику є надання потенційним партнерам необхідної інформації та даних для прийняття рішень про доцільність участі в проекті та розробки заходів по захисту від можливих фінансових втрат.

Розглядаючи питання методики визначення ризику, слід звернути увагу на те, що початковим пунктом в аналізі ризику проекту є встановлення невизначеності, притаманної грошовим потокам проекту. Цей аналіз можна проводити декількома шляхами, від неформального судження до комплексних економічних та статистичних аналізів, що включають самостійні підрахунки до великомасштабних комп'ютерних моделей.

Зупинимося на основних методиках визначення ризику проекту:

1. *Аналіз чистої приведеної вартості.* Більшість змінних, які визначають грошові потоки проекту, базуються на ймовірності розподілу, а отже, точно не відомі. Тому при аналізі інвестиційних ризиків доцільно використовувати чисту приведена вартість (ЧПВ).

Метод ЧПВ базується на методології дисконтування грошових потоків. Для застосування цього підходу ми використаємо такі етапи [10-12]:

1) знаходимо теперішню вартість кожного грошового потоку, включаючи як прибутки, так і витрати, дисконтовану на вартість капіталу.

2) додаємо ці дисконтовані грошові потоки, і отриманий результат визначимо як чисту теперішню вартість проекту. Якщо ЧПВ > 0, то проект доцільно прийняти. У протилежному випадку від нього слід відмовитися. Якщо ми маємо два проекти, що виключають один одного, то перевага віддається проекту з більшим значенням ЧПВ (Net Present Value)

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (2.1)$$

де  $CF_t$  – очікувані чисті грошові потоки у період  $i$ ;  $k$  – вартість капіталу проекту;  $t$  – порядковий номер розрахунку;  $n$  – кількість років.

При оцінці ризикованості інвестиційних проектів методом ЧПВ часто використовують графічний метод [9]. Позначимо випадкову величину ЧПВ через  $X$  і нехай вона належить інтервалу  $[a;b]$ . Для оцінки графічним методом використовують графіки функції розподілу  $F(x)$  і щільності розподілу  $f(x)$ .

*Ситуація 1.* Для проекту, що досліджується  $\min_{x \in R} F(x) = 0 = F(a)$  і при цьому  $a \geq 0$  (рис. 2.1).

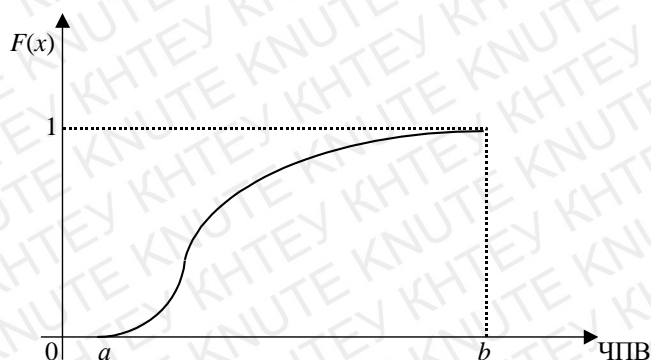


Рис. 2.1. Ситуація прийняття проекту

Оскільки ЧПВ проекту набуває лише додатних значень, то ймовірність від'ємних значень ЧПВ  $P(X < 0) = F(0) - F(-\infty) = 0$ , а тому є сенс прийняти цей проект.

*Ситуація 2.* Для досліджуваного проекту  $\max_{x \in R} F(x) = 1 = F(b)$  і при цьому  $b \leq 0$  (рис. 2.2).

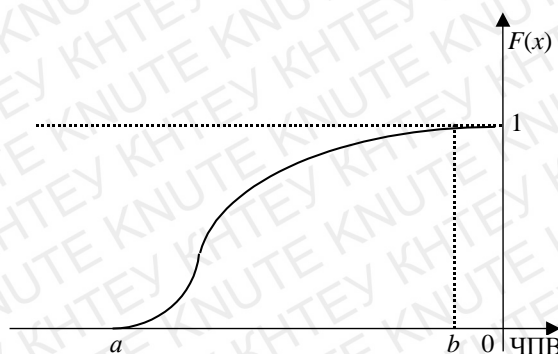


Рис. 2.2. Ситуація відхилення проекту

Оскільки ЧПВ проекту набуває лише від'ємних значень, то ймовірність додатних значень ЧПВ дорівнює  $P(X \geq 0) = F(+\infty) - F(0) = 1 - 1 = 0$ , а тому є сенс ухилитись від цього проекту.

*Ситуація 3.* Найбільше значення функції розподілу ймовірності ЧПВ знаходиться праворуч точки, у якій ЧПВ = 0; а найменше – ліворуч, тобто  $a \leq 0$ ;  $b \geq 0$  (рис. 2.3).

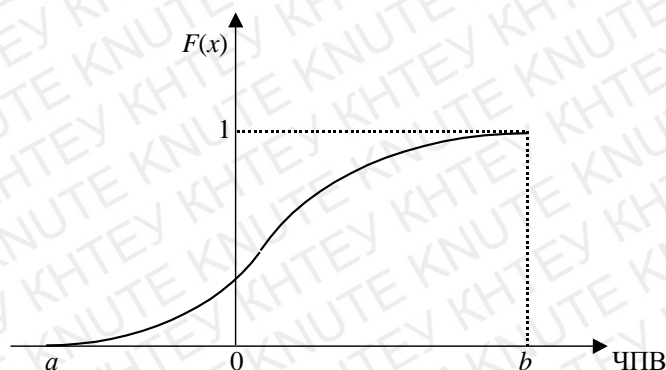


Рис. 2.3. Ситуація невизначеності щодо прийняття чи відхилення проекту

Тоді ймовірність від'ємних значень ЧПВ становить  $P(X < 0) = F(0) - F(a) = p - 0 = p > 0$ , ймовірність додатних значень ЧПВ  $P(X \geq 0) = F(b) - F(0) = 1 - p = q > 0$ .

Отже,  $p > 0$ ,  $q > 0$ , тобто існує ймовірність того, що ЧПВ проекту може виявитись як додатною, так і від'ємною величиною. А тому рішення в цьому випадку залежить від схильності (несхильності) суб'єкта прийняття рішень до ризику, що вимагає додаткових гіпотез (припущень) чи додаткової інформації.

*Ситуація 4.* Графіки функцій розподілу ймовірності ЧПВ двох альтернативних (взаємовиключаючих) проектів  $A$  (випадкова величина  $X$ ) та  $B$  (випадкова величина  $Y$ ) не перетинаються, і ЧПВ набувають лише додатних значень (рис. 2.4).

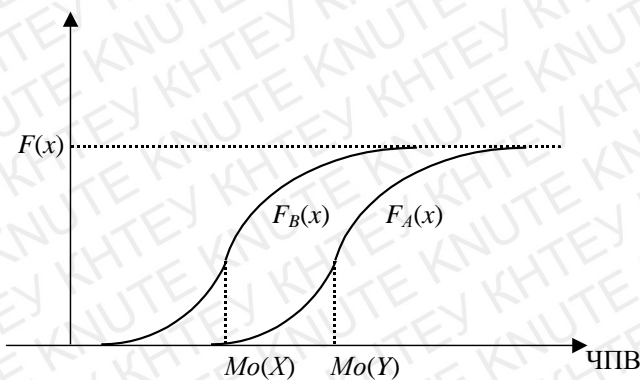


Рис. 2.4. Ситуація надання переваги проекту  $A$

На рис. 2.4 через  $Mo(X)$  і  $Mo(Y)$  позначено точки перегину графіків функцій розподілу ймовірностей випадкових величин  $X$  та  $Y$ , а на рис. 2.5 – це точки, що

відповідають модам цих випадкових величин (точки, що забезпечують максимум функціям щільності розподілу).

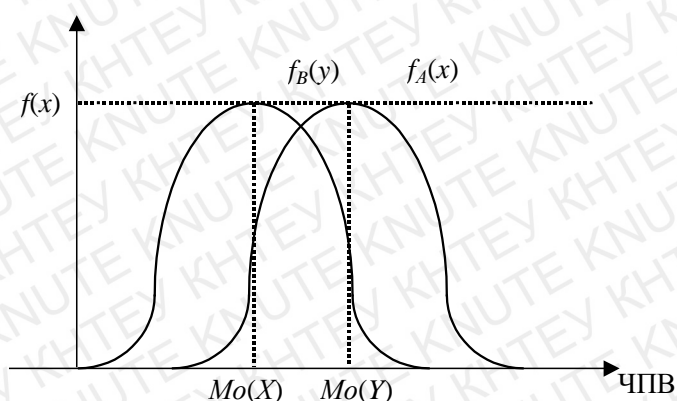


Рис. 2.5. Ситуація надання переваги проекту *A*

Прийнято вважати, що в даній ситуації доцільно віддати перевагу тому проекту, у якому мода розташована дещо більш праворуч. Але, якщо використати дисперсію, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії чи коефіцієнт ексцесу, то, залежно від значень цих величин, можна прийти й до протилежного рішення.

*Ситуація 5.* Графіки функцій розподілу ймовірності ЧПВ двох альтернативних проектів *A* та *B* перетинаються і ЧПВ набувають лише додатних значень (рис. 2.6).

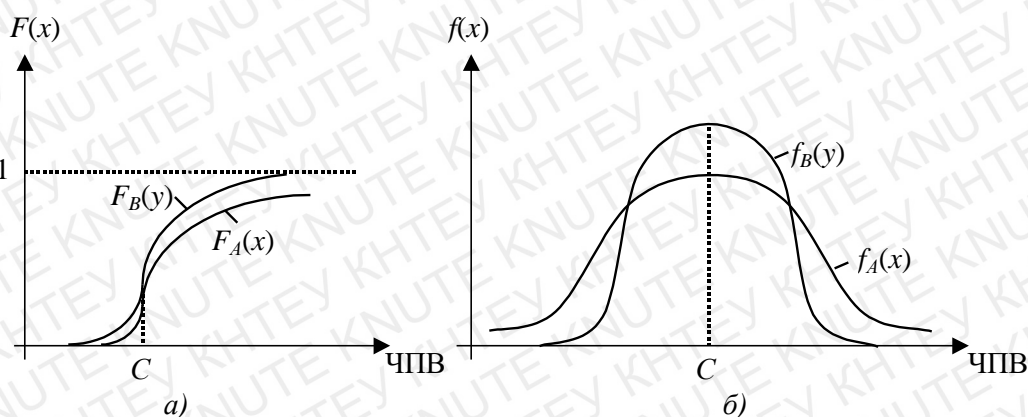


Рис. 2.6. Ситуація невизначеності при порівнянні проектів

У цій ситуації, навіть коли сподівані значення ЧПВ проектів *A* та *B* збігаються (точка *C* на рис. 2.6 *а, б*), суб'єкти (інвестори), схильні до ризику, можуть обрати проект *A*, де з певною ймовірністю можуть реалізуватися кращі (більші за величиною) значення ЧПВ. Обережні інвестори, навпаки, можуть зупинитися на

альтернативі  $B$ . Все залежить від виду функцій щільності розподілу ймовірностей  $f_A(x)$  та  $f_B(x)$ , та від таких числових характеристик, як, скажімо, семіваріація, коефіцієнти асиметрії та ексцесу.

2. *Аналіз сценарію*. Методика аналізу ризику розглядає чутливість реагування ЧПВ до змін у ключових змінних величинах та можливий інтервал значень цих змінних [17]. При цьому, економіст відбирає “поганий” набір обставин (низька ціна продажу, низький обсяг продажу, високі змінні витрати на одиницю тощо), базовий та “добрий”. Потім розраховуються ЧПВ при поганих і сприятливих обставинах і порівнюються з очікуваною ЧПВ або ЧПВ у базовому випадку.

$$NPV = \sum_{i=1}^n P_i (NPV_i) \quad (2.2)$$

де  $P_i$  – ймовірність виходу.

Відхилення ЧПВ

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{\sum_{i=0}^n P_i (NPV_i - E_{NPV})^2} \quad (2.3)$$

де  $E_{NPV}$  – очікувана чиста теперішня вартість

$$CV_{NPV} = \frac{\sigma_{NPV}}{E_{NPV}} \quad (2.4)$$

де  $CV_{NPV}$  – коефіцієнт варіації ЧПВ.

Коефіцієнт варіації ЧПВ проекту можна порівняти з коефіцієнтом “середнього проекту”, щоб отримати уявлення про відносну ризиковість проекту. Існуючі проекти корпорації в середньому мають коефіцієнт варіації приблизно 1,0. Таким чином, на основі цього виміру ризику проекту менеджери корпорації дійдуть висновку, що даний проект більш ризикований, ніж “середній” проект корпорації.

3. *Ринковий ризик (бета-ризик)  $k_s$*

$$k_s = k_{rf} + (k_m - k_{rf}) \cdot \beta_i \quad k_s = k_{rf} + (k_m - k_{rf}) \times \beta_i, \quad (2.5)$$

де  $k_{rf}$  – безризикова ставка прибутку;  $k_m$  – потрібна ставка прибутку;  $\beta_i$  – бета-коефіцієнт за прибутком [28].

Наприклад,  $\beta_i = 1,1$ ;  $k_{rf} = 8\%$ ;  $k_m = 12\%$ . Таким чином, вартість капіталу

дорівнює 12,4%. Тобто, інвестори дадуть гроші в борг компанії для інвестування в проекти з середнім ризиком тільки у тому випадку, якщо вона сподівається заробити 12,4%, або більше, на цих грошах.

Отже, чим вищий бета-ризик, тим більш необхідною є норма прибутку для компенсації інвесторам за цей ризик.

4. *Визначення точки безбитковості.* Даний показник характеризує обсяг продажу, при якому виручка від реалізації продукції збігається з витратами виробництва. Показник розраховується як на основі графічного методу, так і за математичною формулою. При визначенні даного показника витрати на виробництво продукції поділяються на умовно-постійні ( $FC$ ) та змінні ( $AVC$ ). Відповідно, точка безбитковості  $Q$  визначається за формулою [9]:

$$Q = \frac{FC}{P - AVC}. \quad (2.6)$$

5. *Дерево рішень.* Для побудови “дерева рішень” аналітик визначає склад і тривалість фаз життєвого циклу проекту; виділяє ключові події, які можуть вплинути на подальший розвиток проекту, та можливий час їх настання; аналітик обирає всі можливі рішення, які можуть бути прийнятими в результаті настання кожної із подій, та визначає ймовірність кожного із них.

Останнім етапом аналізу даних для побудови “дерева рішень” є встановлення вартості кожного етапу здійснення проекту (вартості робіт між ключовими подіями) в поточних цінах. На основі даних будується “дерево рішень”. Його вузли представляють ключові події, а стрілки, що їх поєднують, – перелік робіт по реалізації проекту [20, 21].

Крім того, наводиться інформація відносно часу, вартості робіт і ймовірності розвитку того чи іншого рішення. В результаті побудови дерева рішень визначається ймовірність кожного сценарію розвитку проекту, а також чистий приведений дохід (ЧПД) по кожному сценарію та по проекту в цілому.

6. *Метод “Монте-Карло”.* Цей метод базується на використанні імітаційних моделей, які дозволяють створити певну кількість сценаріїв, що узгоджуються із

заданими обмеженнями по конкретному проекту [23, 26, 28].

На практиці даний метод можливо застосовувати лише з використанням комп'ютерних програм, які дозволяють описати прогнозні моделі і розрахувати велику кількість можливих сценаріїв. Як прогнозні моделі виступають математичні залежності, отримані при розрахунку показників економічної ефективності (як правило, ЧПВ). Повинні бути якомога точно виявлені всі змінні, що впливають на кінцевий результат, з описом ступеня цих залежностей.

Алгоритм методу Монте-Карло включає наступні етапи [28]:

- 1) встановлення взаємозв'язку між вихідними і вихідними показниками у вигляді математичного рівняння або нерівності;
- 2) завдання законів розподілу ймовірностей для ключових параметрів моделі;
- 3) проведення комп'ютерної імітації значень ключових параметрів моделі.
- 4) розрахунок основних характеристик розподілів вхідних і вихідних показників;
- 5) проведення аналізу отриманих результатів (графічний і кількісний) і прийняття рішення.

Математична модель має наступний вигляд:

$$CF_t = P \cdot Q \cdot (1 - C) \cdot (1 - V) \cdot (1 - T), \quad (2.7)$$

де  $T$  – ставка податку на прибуток;  $P$  – ціна;  $Q$  – обсяг продажів;  $C$  – собівартість;  $V$  – операційні витрати.

*7. Теоретико-ігровий метод.* За умов ринкової економіки все частіше мають місце конфліктні ситуації, коли два або більше інвесторів мають протилежні цілі та інтереси при реалізації інвестиційних проектів, причому результат дії кожної із сторін залежить і від дії супротивника. У такому разі найбільш ефективним є використання апарату теорії ігор – методу моделювання оцінки дії ухваленого рішення на конкурентів [3-5, 14, 41, 42]. У бізнесі ігрові моделі використовуються для прогнозування реакції конкурентів на зміну цін, нові компанії підтримки збуту, пропозиції додаткового обслуговування, модифікацію і освоєння нової продукції.

Розглянемо загальну постановку ігрової моделі реалізації інвестиційних проектів в умовах ризику. Нехай є два інвестори, один з яких може обрати  $i$ -ту

стратегію з  $m$  своїх можливих стратегій  $i = 1, \dots, m$ , а другий, не знаючи вибору першого, обирає  $j$ -ту стратегію з  $n$  своїх можливих стратегій  $j = 1, \dots, n$ . У результаті перший інвестор отримає від інвестування прибуток  $a_{ij}$ , а другий – втратить цей потенційний прибуток.

Із чисел  $a_{ij}$  складемо матрицю

$$A = \|a_{ij}\| = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Рядки матриці  $A$  відповідають стратегіям першого інвестора, а стовпці – стратегіям другого. Матриця  $A$  називається *платіжною матрицею*.

*Розв'язати гру* – це означає знайти оптимальну стратегію для кожного інвестора.

Число  $\alpha = \max_i \left( \min_j \right)$  називається *нижньою ціною гри* або *максиміном*, а відповідна йому стратегія (рядок) – *максимінною*.

Число  $\beta = \min_j \left( \max_i \right)$  називається *верхньою ціною гри* або *мінімаксом*, а відповідна йому стратегія (стовпець) – *мінімаксною*.

Нижня ціна гри завжди не перевищує верхньої ціни гри. Якщо  $\alpha = \beta = v$ , то число  $v$  називають *ціною гри*.

Гра, для якої  $\alpha = \beta$ , називається *грою із сідловою точкою*. Для гри із сідловою точкою неможливо знайти оптимальні стратегії. Якщо сідлової точки у гри немає, то для знаходження розв'язку гри використовуються мішані стратегії.

*Мішаною стратегією* даного гравця називають вектор, кожна компонента якого показує відносну частоту використання інвестором відповідної чистої стратегії.

Як правило, мішану стратегію першого інвестора позначають як вектор

$$U = (u_1, u_2, \dots, u_m), \sum_{i=1}^m u_i = 1, u_i \geq 0, i = \overline{1, m}. \quad \text{Другого інвестора – як вектор}$$

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_n), \sum_{j=1}^n z_j = 1, z_j \geq 0, j = \overline{1, n}.$$



$U^*$  – оптимальна стратегія першого інвестора,  $Z^*$  - оптимальна стратегія другого інвестора. Число  $v = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ij} u_i^* z_j^*$  є ціною гри.

Визначення оптимальних стратегій і ціни гри складає процес знаходження розв'язку гри. Теоретико-ігровий підхід є найкращим інструментом вибору інвестиційних проєктів за умови конкурентної боротьби за інвестиції, тобто у реальній ситуації, пов'язаній із інвестиційним ризиком.

## **Висновки до розділу 2**

Діяльність, пов'язана з розробкою, фінансуванням та реалізацією інвестиційних проєктів, має свою специфіку, яка виявляється в підвищених ризиках учасників інвестиційного проєкту, що визначаються особливостями проєктної діяльності. Умови реалізації й фінансування інвестицій у реальному секторі вітчизняної економіки у наш час можна охарактеризувати як найвищою мірою ризиковані. Про це свідчать різноманітні зарубіжні рейтинги привабливості «інвестиційного клімату» в Україні. Війна на сході України, економічна, політична, конституційна кризи та ще й на фоні боротьби з пандемією коронавірусу висувають додаткові вимоги до організаторів проєктної діяльності щодо оцінки ризиків і управління ними.

До основних методів визначення ризику проєкту відносять: аналіз чистої приведеної вартості, аналіз сценарію, метод ринкового ризику, визначення точки беззбитковості, метод дерева рішень, метод Монте-Карло, теоретико-ігровий метод.

Теоретико-ігровий підхід є найкращим інструментом вибору інвестиційних проєктів за умови конкурентної боротьби за інвестиції, тобто у реальній ситуації, пов'язаній із інвестиційним ризиком.

### РОЗДІЛ 3

## ТЕОРЕТИКО-ІГРОВИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

### 3.1. Математичний апарат теорії ігор для задачі вибору оптимальної стратегії інвестування

Два конкуруючих підприємства  $A$  (ПрАТ «Бурова компанія «Голден Деррік») і  $B$  (ТОВ «Бурова компанія «Горизонти»), планують в одному з чотирьох невеликих міст  $G1$ ,  $G2$ ,  $G3$ , і  $G4$ , що лежать уздовж автомагістралі, розробляти по одній свердловині. Взаємне розташування міст, відстань між ними і кількість потенційних клієнтів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

#### Взаємне розташування міст і кількість потенційних клієнтів

Відстань до міст	30 км	40 км	50 км	150 км
	$G1$	$G2$	$G3$	$G4$
Кількість можливих клієнтів	30	50	40	30

Дохід, що одержується кожним підприємством, визначається кількістю клієнтів, а також ступенем віддаленості свердловин від міст. Спеціально проведене дослідження показало, що дохід від свердловини буде розподілятися між підприємствами так, як це показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

#### Розподіл доходу між підприємствами

Умова	Розподіл доходу між підприємствами	
	$A$	$B$
Свердловина підприємства $A$ розташована ближче свердловини підприємства $B$	75%	25%
Свердловини обох підприємств розташовані на однаковій відстані	60%	40%
Свердловина підприємства $B$ розташована ближче свердловини підприємства $A$	45%	55%

Складемо платіжну матрицю гри, в якій гравцем (інвестором) 1 буде підприємство *A*, а гравцем (інвестором) 2 – підприємство *B*. Стратегії обох інвесторів: будувати свої свердловини в місті *G1*, будувати в місті *G2* і т.д. Елементи платіжної матриці – обсяги доходу підприємства (у млн. грн), які, як передбачається, пропорційні кількості потенційних клієнтів. Величина зазначеного коефіцієнта пропорційності, з точки зору вибору оптимального місця розміщення свердловин, значення не має, тому прийнемо його рівним одиниці.

Платіжна матриця наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

### Платіжна матриця

<i>A</i> \ <i>B</i>	<i>G1</i>	<i>G2</i>	<i>G3</i>	<i>G4</i>
<i>G1</i>	90	76,5	91,5	91,5
<i>G2</i>	103,5	92	91,5	103,5
<i>G3</i>	88,5	88,5	90	103,5
<i>G4</i>	88,5	76,5	76,5	90

Розглянемо приклади розрахунку значень елементів (*G1*, *G2*) і (*G3*, *G4*) матриці.

Ситуація (*G1*, *G2*) означає, що підприємство *A* буде свердловину в місті *G1*, а підприємство *B* – у місті *G2*. Кількість клієнтів підприємства *A* складається з клієнтів чотирьох міст. Для ситуації (*G1*, *G2*) кількість потенційних споживачів:  $G1: 0.75 \cdot 30$ ;  $G2: 0.45 \cdot 50$ ;  $G3: 0.45 \cdot 40$ ;  $G4: 0.45 \cdot 30$ . Їх загальна кількість:

$$0.75 \cdot 30 + 0.45 \cdot 50 + 0.45 \cdot 40 + 0.45 \cdot 30 = 76.5$$

Для ситуації (*G3*, *G4*) кількість клієнтів:

$$G1: 0.75 \cdot 30; G2: 0.75 \cdot 50; G3: 0.75 \cdot 40; G4: 0.45 \cdot 30$$

Їх загальна кількість:  $0.75 \cdot 30 + 0.75 \cdot 50 + 0.75 \cdot 40 + 0.45 \cdot 30 = 103.5$

Елементи матриці виграшів для підприємства *B* – доповнення до числа 150 (загальна кількість імовірних клієнтів в чотирьох містах).

Застосування інвестором  $A$  оптимальної стратегії повинно забезпечувати йому вигреш при будь-яких діях інвестора  $B$ , не менше ціни  $C$ . Виконується співвідношення [3, 4]:

$$\sum_{i=1}^m c_{ij} p_i \geq C, \quad j=1, \dots, n, \text{ де } p_i - \text{імовірність використання } i\text{-ї стратегії інвестора } A.$$

Аналогічно, для інвестора  $B$  оптимальна стратегія повинна забезпечити при будь-яких стратегіях інвестора  $A$  втрату доходу від інвестування не більше  $C$ :

$$\sum_{i=1}^m c_{ij} q_i \leq C, \quad i=1, \dots, m, \quad q_i - \text{імовірність використання } j\text{-ї стратегії інвестора } B.$$

Задача має розв'язок, якщо її матриці не містять сідлової точки ( $\alpha = \beta$ ). Одним з методів вирішення конфліктної ситуації двох гравців є метод Гурвиця [9, 14]. Це критерій узагальненого максимуму. Згідно з даним критерієм при оцінці і виборі систем безрозсудно проявляти як надмірну обережність, так і азарт, а варто, враховуючи найбільше і найменше значення ефективності, займати проміжну позицію.

На першому етапі вибираємо по рядках найменший вигреш і заповнюємо колонку «а»:

$$i = 1: \min a_{ij} = \min \{90; 76.5; 91.5; 91.5\} = 76.5;$$

$$i = 2: \min a_{ij} = \min \{103.5; 92; 91.5; 103.5\} = 91.5;$$

$$i = 3: \min a_{ij} = \min \{88.5; 88.5; 90; 103.5\} = 88.5;$$

$$i = 4: \min a_{ij} = \min \{88.5; 76.5; 76.5; 90\} = 76.5.$$

Вибираємо за рядками найбільший вигреш і заповнюємо колонку «А»:

$$i = 1: \max a_{ij} = \max \{90; 76.5; 91.5; 91.5\} = 91.5;$$

$$i = 2: \max a_{ij} = \max \{103.5; 92; 91.5; 103.5\} = 103.5;$$

$$i = 3: \max a_{ij} = \max \{88.5; 88.5; 90; 103.5\} = 103.5;$$

$$i = 4: \max a_{ij} = \max \{88.5; 76.5; 76.5; 90\} = 90.$$

Отримуємо максимальні та мінімальні доходи інвесторів, які наведені в таблиці 3.4:

## Максимальні та мінімальні виграші інвестора А

A \ B					Найменший виграш	Найбільший виграш
	G1	G2	G3	G4	a	A
G1	90	76,5	91,5	91,5	76,5	91,5
G2	103,5	92	91,5	103,5	91,5	103,5
G3	88,5	88,5	90	103,5	88,5	103,5
G4	88,5	76,5	76,5	90	76,5	90

Подальшим кроком є вибір коефіцієнта оптимізму, який змінюється в діапазоні  $0 \leq \alpha \leq 1$  і вибирається інвестором суб'єктивно. При  $\alpha = 0$  спостерігається випадок крайнього песимізму, що відповідає максимальному ризику, при  $\alpha = 1$  – крайній оптимізм, тобто людина, що ухвалює рішення, думає, що її супроводжуватимуть у край сприятливі умови.

Нехай вибрані коефіцієнти оптимізму дорівнюють:

$$\alpha_1 = 0.3; \alpha_2 = 0.5; \alpha_3 = 0.7.$$

Знайдемо розрахункові доходи інвестора А за формулою:

$$V_{ai} = \alpha * a_i + (1 - \alpha) * A_i \quad (3.1)$$

Розрахунки зведені до таблиці 3.5.

Серед знайдених розрахункових виграшів знайдемо максимальний. Він дорівнює 99,9. Це означає, що оптимальною стратегією інвестора А буде друга.

Для визначення оптимальної стратегії гравця В транспонуємо платіжну матрицю, знайдемо найбільший і найменший програш інвестора В.

### Розрахункова таблиця інвестора А

A \ B	G1	G2	G3	G4	Найменший	Найбільший	Коефіцієнти		
					виграш	виграш	оптимізму		
					<i>a</i>	A	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.7$
G1	90	76.5	91.5	91.5	76.5	91.5	87	84	81
G2	103.5	92	91.5	103.5	91.5	103.5	99.9	97.5	95.1
G3	88.5	88.5	90	103.5	88.5	103.5	99	96	93
G4	88.5	76.5	76.5	90	76.5	90	85.95	83.25	80.55

Також знайдемо розрахунковий дохід інвестора B за формулою:

$$V_{bi} = \alpha * b_i + (1 - \alpha) * B_i \quad (3.2)$$

та запишемо отримані дані до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

### Розрахункова таблиця гравця В

B \ A	G1	G2	G3	G4	Найменший	Найбільший	Коефіцієнти		
					прогреш	прогреш	оптимізму		
					<i>a</i>	A	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.7$
G1	90	103.5	88.5	88.5	88.5	103.5	99	96	93
G2	76.5	92	88.5	76.5	76.5	92	87.35	84.25	81.15
G3	91.5	91.5	90	76.5	76.5	91.5	87	84	81
G4	91.5	103.5	103.5	90	90	103.5	99.45	96.75	94.05

З двох оптимальних стратегій, знаходимо найбільший дохід, а саме  $99,9 > 81$ , який відповідає його другій стратегії.

Отже інвестор А вирішить конфліктну ситуацію щодо інвестування з максимальним доходом, що дорівнює 99.9.

### 3.2. Програмна реалізація вибору інвестиційного проєкту в умовах ризику

У загальному вигляді функціонально-логічна схема зображена на рис. 3.1.

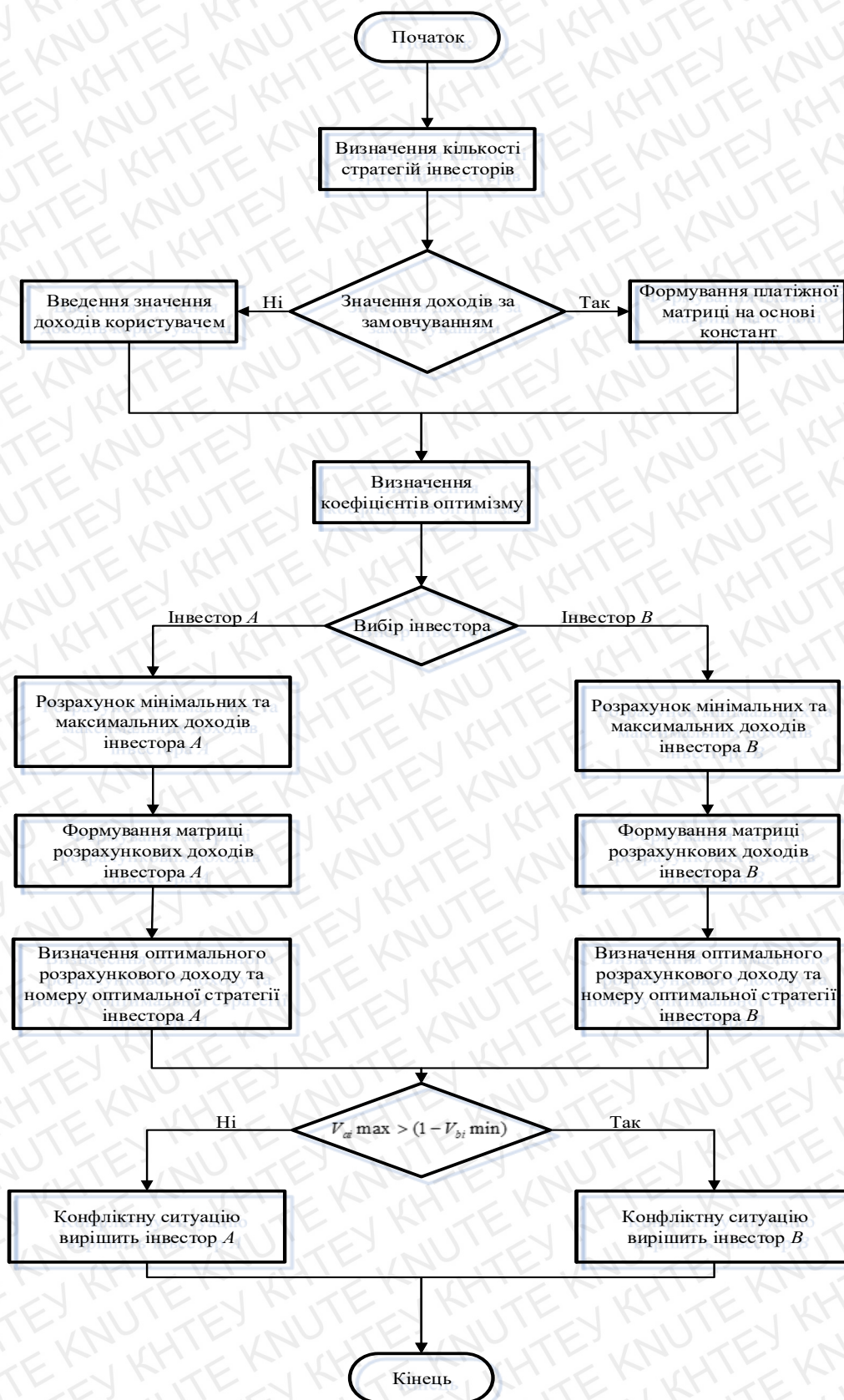


Рис. 3.1 Функціонально-логічна схема роботи програми

Алгоритм та опис процедури, що відбувається при натисканні кнопки «Розрахунок» наведений на рис. 3.2.

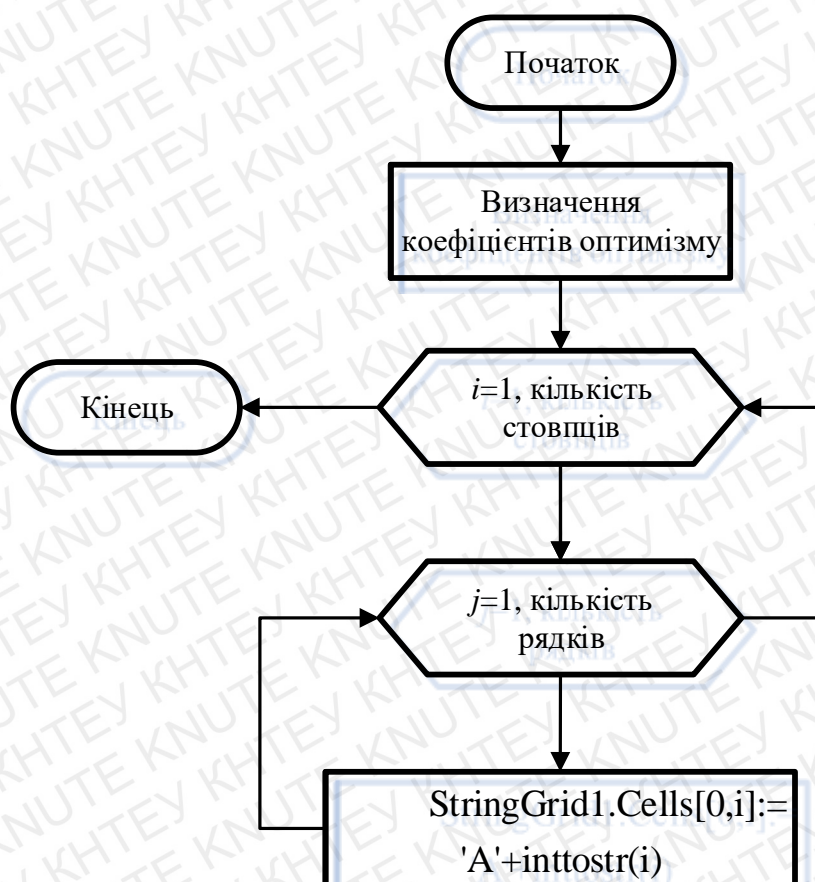


Рис. 3.2 Алгоритм процедури формування платіжної матриці

На рис. 3.3 та 3.4. наведені фрагменти алгоритмів процедури розрахунку доходів інвестора  $A$ .



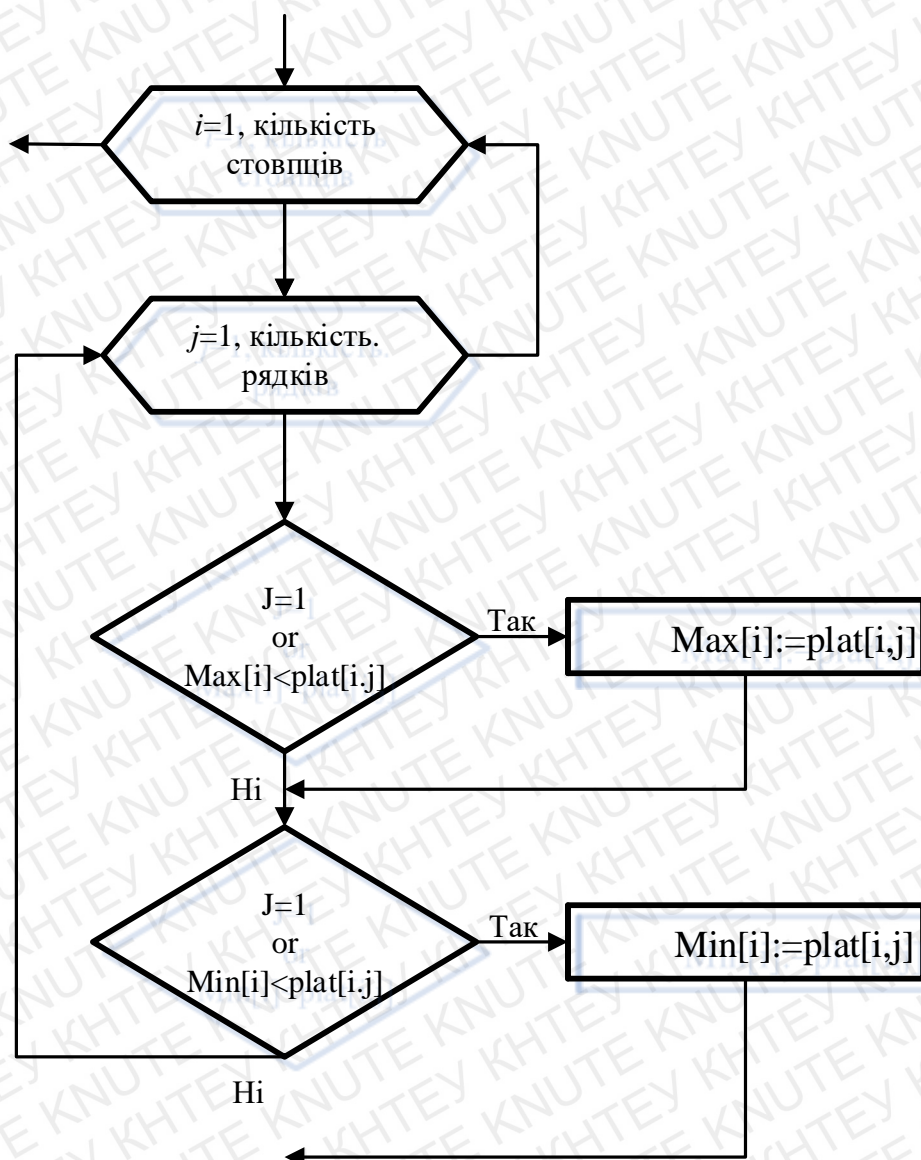


Рис. 3.3 Алгоритм пошуку мінімальних та максимальних значень доходів у рядках платіжної матриці

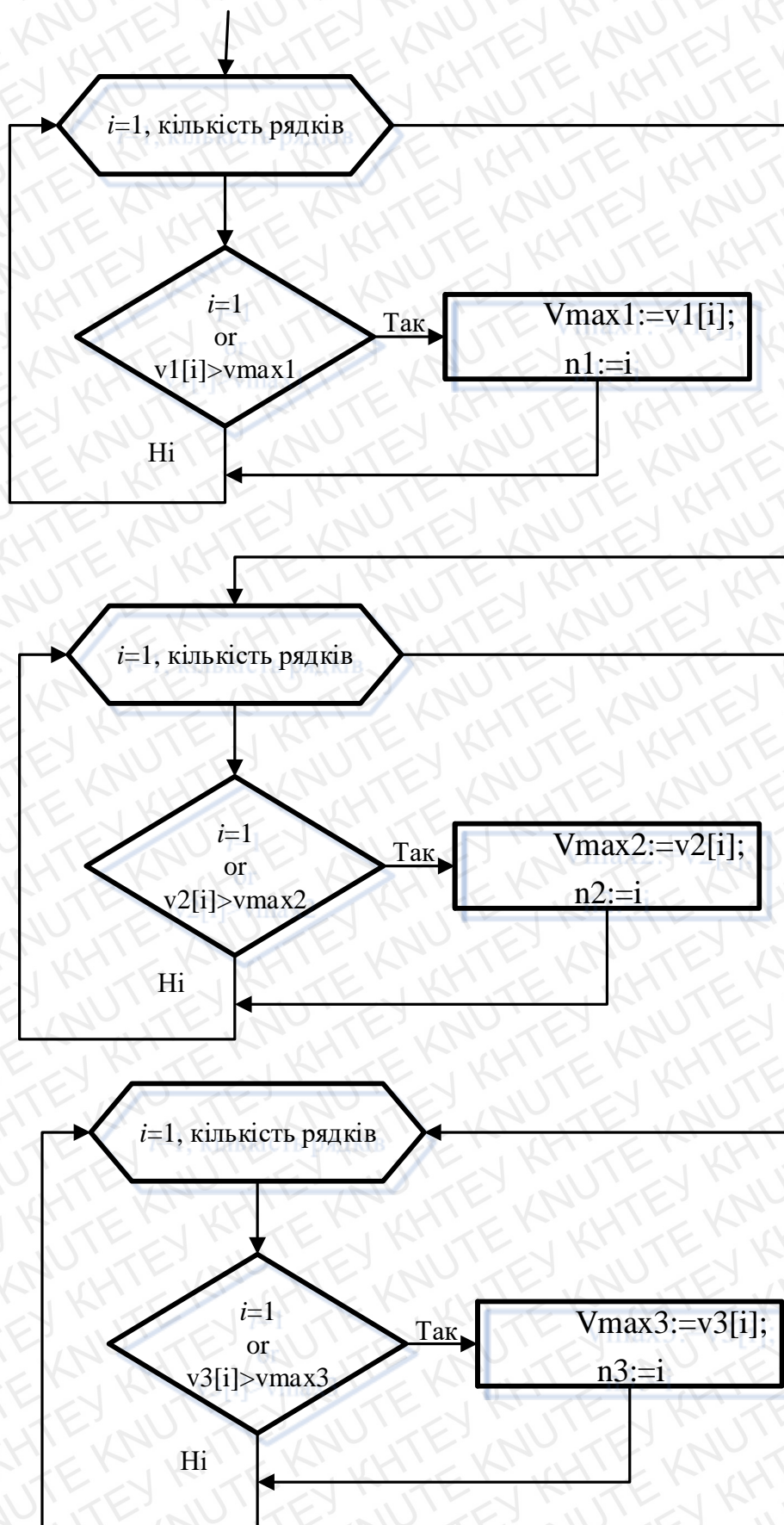


Рис. 3.4 Алгоритм пошуку максимальних значень розрахункових доходів

Робоче вікно програми після її запуску має наступний вигляд:

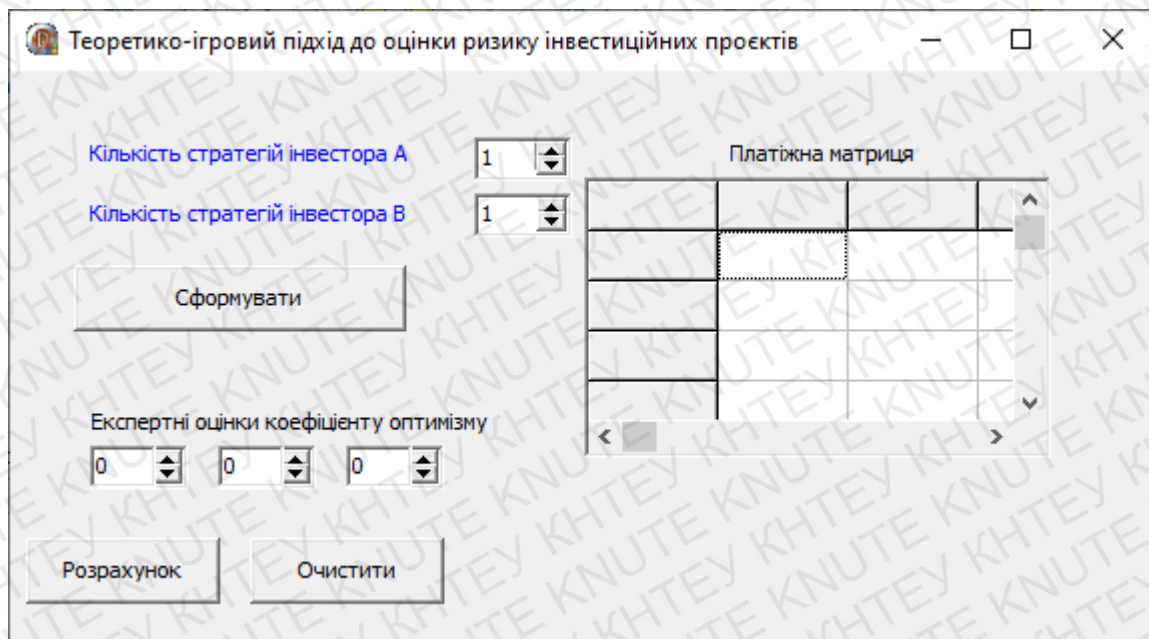


Рис. 3.5 Робоче вікно програми після запуску

По-перше необхідно визначити кількість стратегій інвестора *A* та інвестора *B*. Після цього ми натискаємо на кнопку «Сформувати». При цьому на екрані з'являється платіжна матриця (рис. 3.6).

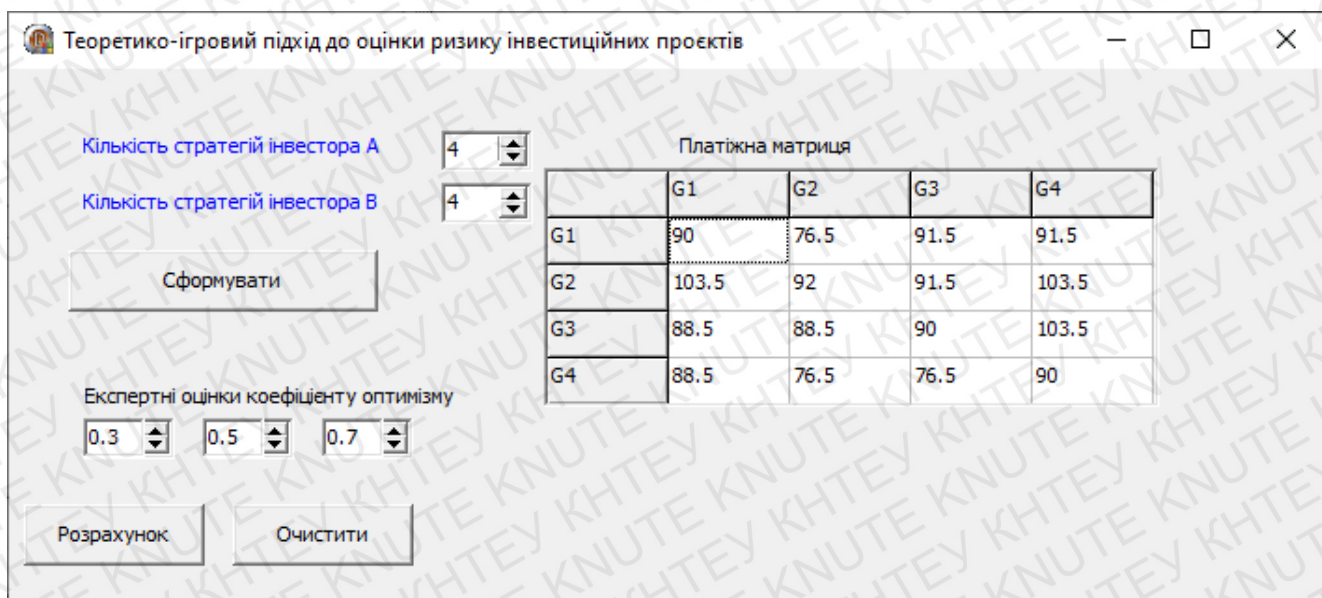


Рис. 3.6 Вигляд сформованої платіжної матриці

Далі потрібно встановити коефіцієнти оптимізму, які можуть змінюватися в діапазоні від 0 до 1. Після натиснення кнопки «Розрахунок» на екрані з'являється

додаткове вікно, в якому відображені результати розрахунків, а також максимальний виграш і оптимальна стратегія інвестора *A* (рис. 3.7).

**Розрахункова таблиця інвестора A**

	G1	G2	G3	G4	a	A	a=0.3	a=0.5	a=0.7
G1	90	76.5	91.5	91.5	76.5	91.5	87	84	81
G2	103.5	92	91.5	103.5	91.5	103.5	99.9	97.5	95.1
G3	88.5	88.5	90	103.5	88.5	103.5	99	96	93
G4	88.5	76.5	76.5	90	76.5	90	85.95	83.25	80.55

**Вибір інвестора**

Інвестор A  
 Інвестор B

**Результат інвестора A**

Оптимальна стратегія:   
 Максимальний виграш:

Рис. 3.7 Вид розрахункової таблиці інвестора *A*

При виборі варіанту «Інвестор *B*» вид екрану зміниться і ми отримаємо розрахунки мінімального програшу та оптимальних стратегій для інвестора *B* (рис. 3.8).

**Розрахункова таблиця інвестора B**

	G1	G2	G3	G4	a	A	a=0.3	a=0.5	a=0.7
G1	90	103.5	88.5	88.5	88.5	103.5	99	96	93
G2	76.5	92	88.5	76.5	76.5	92	87.35	84.25	81.15
G3	91.5	91.5	90	76.5	76.5	91.5	87	84	81
G4	91.5	103.5	103.5	90	90	103.5	99.45	96.75	94.05

**Вибір інвестора**

Інвестор A  
 Інвестор B

**Результат інвестора B**

Оптимальна стратегія:   
 Мінімальний програш:

Рис. 3.8 Вид розрахункової таблиці гравця *B*

Таким чином, автоматизований процес дозволяє швидко отримати результат вибору оптимального інвестиційного проєкту в умовах ризику з використанням теоретико-ігрового підходу.

### Висновки до розділу 3

У даному розділі було розглянуто математичний апарат вирішення конфліктних ситуацій за допомогою теоретико-ігрового підходу. Розроблено алгоритм для випадку інвестування двох конкуруючих підприємств.

Розроблено програмний додаток зі зручним графічним інтерфейсом для застосування на практиці теоретико-ігрового підходу при вирішенні конфліктної ситуації для інвестиційних проєктів в умовах ризику.

Автоматизований процес дозволяє швидко отримати результат вибору оптимального інвестиційного проєкту в умовах ризику з використанням теоретико-ігрового підходу.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Ризик – усвідомлена можливість небезпеки виникнення непередбачених втрат очікуваного прибутку, майна, грошей у зв'язку з випадковими змінами умов економічної діяльності, несприятливими обставинами. Вимірюють його частотою, ймовірністю виникнення того чи іншого рівня втрат. Економічний ризик – це ймовірність того чи іншого результату (отримання прибутку чи зазнавання втрат) від реалізації певного господарського проекту чи операції.

2. У межах теорії та практики управління проектними ризиками найважливішими є методи оцінки, моніторингу та прогнозування ризиків, інформаційного забезпечення управління ризиками.

У теорії управління ризиками серед кількісних методів аналізу інвестиційного ризику найвідомішими є метод статистичного аналізу, аналіз доцільності витрат і метод експертних оцінок.

3. До основних методів визначення ризику проекту відносять аналіз чистої приведеної вартості, аналіз сценарію, метод ринкового ризику, визначення точки беззбитковості, метод дерева рішень, метод Монте-Карло, теоретико-ігровий метод.

4. За умов ринкової економіки все частіше мають місце конфліктні ситуації, коли два або більше інвесторів мають протилежні цілі та інтереси при реалізації інвестиційних проектів, причому результат дії кожної із сторін залежить і від дії супротивника. У такому разі найбільш ефективним є використання апарату теорії ігор – методу моделювання оцінки дії ухваленого рішення на конкурентів.

Теоретико-ігровий підхід є найкращим інструментом вибору інвестиційних проектів за умови конкурентної боротьби за інвестиції, тобто у реальній ситуації, пов'язаній із інвестиційним ризиком.

5. У роботі розроблено програмний додаток зі зручним графічним інтерфейсом для застосування на практиці теоретико-ігрового підходу при вирішенні конфліктної ситуації для інвестиційних проєктів в умовах ризику.

Автоматизований процес дозволяє швидко отримати результат вибору оптимального інвестиційного проєкту в умовах ризику з використанням теоретико-ігрового підходу.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Агеєв А.Є. Моделювання організаційних структур і процесів управління ризиками проекту / А.Є. Агеєв // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології: зб. науч. тр. Нац. аерокосм. ун-ту ім. Н.Є. Жуковського «ХАІ». - Вип. 32. - Харків, 2006. - С. 110 - 113.
2. Бардин Г.О. Проектний аналіз: Підручник. - 2-ге вид., стер. – К.: Знання, 2006.– 415 с.
3. Бартіш М. Я., Дудзяний І. М. Дослідження операцій. Ч. 3. Ухвалення рішень і теорія ігор. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету ім. І.Франка, 2009 . – 277 с
4. Бартіш М. Я., Роман Л. Л. Теорія ігор. – Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2005. – 120 с.
5. Брановицька С.В., Медведєв Р.Б., Фіалков Ю.Я. Обчислювальна математика та програмування. – К.: 2004. – 220с.
6. Бугрова. О. Методологічні основи оцінки ризику при прийнятті інвестиційних рішень // Економіка України. – 2010. – №10. – с. 29-32
7. Верба В.А., Гребешкова О.М., Востряков О.В. Проектний аналіз: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2002. - 297 с.
8. Верба В.А., Загородніх О.А. Проектний аналіз: Підручник. – КНЕУ, 2000. – 322 с.
9. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. Посібник для самост. вивч. дисц.– К: КНЕУ, 2000. – 292 с.
10. Вітлінський В. В., Наконечний С. І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ “Борисфен-М”, 1996. – 336 с.
11. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Шарапов О. Д. Економічний ризик та методи його вимірювання: Підручник. – К.: КНЕУ, 2000.– 354 с.
12. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. – К.: КНЕУ, 2004. – 480 с.
13. Вітлінський В.В. Моделювання економіки. – К.; КНЕУ, 2003. – 292 с.



14. Вітлінський В.В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я.С. Економічний ризик: ігрові моделі. – К.: КНЕУ, 2002. – 446 с.
15. Денисенко М. П. Інноваційні засади в управління ризиками // Проблеми науки. – 2011. – № 10. – с. 7-13.
16. Донець Л. І. Економічні ризики та методи їх вимірювання: навч. посібник. – К.: ЦНЛ, 2006. – 312 с.
17. Слейко Я.Л., Слейко О.І., Раєвський К.Є. Інвестиції, ризик, прогноз. – Львів: Львівський банківський інститут, 2000. – 176 с.
18. Івченко І. Ю. Економічні ризики. Навч. посібник. – К.: ЦНЛ, 2004. – 304 с.
19. Іє О. М., Онопченко С. В. Використання теорії ігор в економіці // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2014. – № 5 (212). – С. 164–170.
20. Ілляшенко С. М. Економічний ризик: Навч. посібник. – К.: ЦНЛ, 2004. – 220 с.
21. Камінський А. Б. Економічний ризик та методи його вимірювання. К.: Козаки, 2002. – 120 с.
22. Камінський А. Б. Концептуальні підходи до вимірювання фінансових ризиків // Фінанси України. - 2010. – №5. – с. 78-86.
23. Клименко С. М., Дуброва О. С. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2005. – 252 с.
24. Кобиляцький Л. С. Управління проектами: Навч. посіб. – К.: МАУП, 2002. – 200 с.
25. Латкин М.А. Контроль зміни рівня ризиків у ході виконання проекту / М.А. Латкин, А.В. Єфремова // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології: зб. науч. тр. Нац. аерокосм. ун-ту ім. Н.Є. Жуковського «ХАІ». - Вип. 36. - Харків, 2007. - С. 145 -150.
26. Лещинський О. Л., Школьнік О. В. Економічний ризик та методи його вимірювання: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: «Дельта», 2005. – 112 с.
27. Лук'янова В.В., Головач Т.В. Економічний ризик: Навч. посіб. - К.: Академвидав, 2007. - 464 с.

28. Матвійчук А. В. Аналіз і управління економічним ризиком. Навч. посібник. – К.: ЦНЛ, 2005. – 224 с.
29. Машина Н. І. Економічний ризик та методи його вимірювання: Навч. посібник. – К.: ЦНЛ, 2003. – 188 с.
30. Мельник Т. М. Кількісний аналіз оцінки ризику // Фінанси України. - 2000. - №8. - с. 63-68.
31. Митяй О.В. Проектний аналіз: Навч. посіб. для студентів, викладачів ВНЗ. Рекомендовано МОН / Митяй О.В. – К: Знання, 2011. – 311 с
32. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія: Підручник. – К.: КНЕУ, 2004. – 520 с.
33. Ноздріна Л. В., Ящук В. І., Полотай О. І. Управління проектами: Підручник / За заг. ред. Л. В. Ноздріної. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 432 с.
34. Піскунова О. В. Аналіз та оцінка фінансових ризиків діяльності малих підприємств // Фінанси України. – 2011. – №8. – с. 119-129.
35. Соломенко О. Є. Ідентифікація фінансового ризику малого підприємства на засаді концепції фінансової рівноваги // Проблеми науки. – 2011. – №9. – с. 21-24.
36. Старостіна А. О., Кравченко В. А. Ризик-менеджмент: теорія і практика: Навч. посіб. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 200с.
37. Тарасюк Г. М. Управління проектами: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид. – К.: Каравела, 2006. – 320с.
38. Челмакіна Л. Оцінка ефективності інвестиційних проектів / Л. Челмакіна // Проблеми теорії та практики управління, - 2007. - №9. - С. 69-75.
39. Шиян А. А. Теоретико-ігрове моделювання ефективності взаємодії «викладач – ВНЗ» в умовах урахування переговорної сили сторін / А. А. Шиян, С. М. Злепко, В. О. Корнієнко / Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – № 1. с. 27-30.
40. McConnell C., Stanley B., Sean F. Economics: Principles, Problems, & Policies. – McGraw-Hill. – 974 p.

41.Samuelson L. Game Theory in Economics and Beyond // Journal of economic perspectives, 2016. – Vol. 30, No. 4. – P. 107-130.

42.Roughgarden T. Twenty lectures on Algorithmic Game Theory Cambridge University Press, 2016. – 341 p.