

DOI: 10.15276/EJ.01.2021.4
 DOI: 10.5281/zenodo.4885144
 UDC: 334.716:005.52
 JEL: L230

МІНІМІЗАЦІЯ РИЗИКУ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО РІШЕННЯ

MINIMIZATION RISK IN INDUSTRIAL PRODUCTION AND SELECTION OPTIMAL DECISION

Vitaliy I. Zakharchenko, DEcon, Professor
 Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine
 ORCID: 0000-0003-2903-2471
 E-mail: v.i.zaharchenko@mzeid.in

Vladislav O. Savenko
 Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine
 ORCID: 0000-0002-5291-9081
 E-mail: dalvoknevas@gmail.com

Received 18.01.2021

Захарченко В.І., Савенко В.О. Мінімізація ризику у промисловому виробництві та вибір оптимального рішення. Науково-методична стаття.

Запропоновано використання інструмента імітаційного моделювання на основі метода Монте Карло, що є розвитком сценарного підходу до аналізу ризиків. Імітаційне моделювання запропоновано скласти за трьома етапами: побудова математичної моделі, здійснення імітації, аналіз результатів. На основі статистичних даних та експертних оцінок підбрано закон розподілу складових інноваційно-інвестиційного проекту. На етапі побудови моделі відібрані ризик – змінні на основі рейтингу еластичності і оцінки змінної, що прогнозується за наявними статистичними даними і експертною інформацією. Імітація здійснюється з використанням комп'ютерної програми. На основі імітаційних експериментів, що повторюються, з заданим рівнем точності підбрано закон розповсюдження результуючого параметра та обчислено його основні параметри: математичне очікування, дисперсія, середнє квадратичне відхилення. Важливим вимірювачем інтегральної ризикованості проекту є індекс очікуваних витрат та ймовірність реалізації неефективного проекту.

Ключові слова: ризик, метод, проект, аналіз, моделювання, інвестування, ймовірність, сценарій, чутливість

Zakharchenko V.I., Savenko V.O. Minimization risk in industrial production and selection optimal decision. Scientific and methodical article.

The use of a simulation tool based on the Monte Carlo method is proposed; the development of a scenario approach to the analysis of risks is proposed. Simulation modeling is proposed to be composed in three stages: construction of a mathematical model, implementation of simulation, analysis of results. Based on statistical data and expert assessments, the law of distribution of the components of the innovation and investment project was selected. At the stage of building the model, risks are selected - variables based on the rating of elasticity and the assessment of the variable, predicted from the available statistical data and expert information. Simulation is carried out using a computer program. On the basis of simulation experiments, it is repeated, with a given level of accuracy, the law of propagation of the resulting parameter is selected and its main parameters are calculated: mathematical expectation, variance, standard deviation. An important measure of the integral riskiness of a project is the index of expected costs and the likelihood of an ineffective project being implemented.

Keywords: risk, method, project, analysis, modeling, investment, probabilities, scenario, sensitivity

Діяльність підприємства, як і будь-яка інша цілеспрямована діяльність, здійснюється на основі заздалегідь сформульованих задумів і планів. У діяльності підприємств можна виділити три категорії рішень: стратегічні, тактичні й оперативні. Стратегічні рішення в свою чергу поділяються на рішення за елементами стратегії підприємства; тактичні – на рішення для окремих господарських заходів або проектів, оперативні – на рішення в процесі реалізації деякого проекту чи іншого господарського заходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В процесі цієї роботи автори спиралися на праці наступних вітчизняних вчених: Балана О. Філіппової С. [1], Гойко А. [4], Дериколенка О. та Ілляшенка С. [7], Ефремова В. [6], М'ячина В. [9], Полозової Т. [11], Щетілової Т. [16]. Так, Ефремов В. розглядає невизначеність і визначеність як дві моделі діяльності, які обумовлюють одна одну у ринковій економіці, де існує право власного вибору [6, с.67]. Дериколенко О. приділяє увагу розробці схем прийняття управлінських рішень щодо впровадження інноваційних проектів на основі зовнішніх та внутрішніх факторів інноваційного ризику [7, с.194]. Балан О. і Філіппова С. звертають увагу на вимоги та обмеження щодо прийняття інвестиційних рішень з урахуванням ризику [1, с.163]. М'ячин В. пропонує науко-методичний підхід до інтегральної оцінки ризиків інноваційної діяльності промислового підприємства в умовах невизначеності

зовнішнього та внутрішнього середовища і відносить до перспективних методів оцінки ризиків, що враховують розподіл ймовірностей, слідуючи: імітаційне моделювання (метод Монте Карло); метод нечітких множин; методи, що засновані на принципі штучних нейронних мереж [9, с.83]. Полозова Т. розробляє теоретико-методичне забезпечення діагностики за інноваційно-інвестиційною складовою конкурентоспроможності промислового підприємства [11, с.380] і проводить оцінку чутливості та гнучкості машинобудівних підприємств Харківщини [11, с.567]. Гойко А. робить свій особистий вибір: «Для умов з обмеженими ресурсами, характерних для перехідного періоду економіки, найбільш придатним для вибору найефективнішого варіанту реалізації інвестиційних проектів із позитивним показником NPV є метод лінійного програмування з урахуванням індексу можливих витрат» [4, с.287]. Щетілова Т. узагальнює для промислового виробництва: «... процедура мінімізації змінюваності є економіко-математичною умовою утримання середнього рівня або підвищення продуктивності та ефективності як самої реструктуризації, так і ефективності розвитку в цілому» [16, с.14].

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми

Реалізація прийнятих рішень схильна до дії об'єктивно існуючої і принципово неусуненій невизначеності. Той чи інший прояв невизначеності може затримати наступ запланованих подій, змінити їх зміст або кількісну оцінку або спричинити розвиток подій-як передбачених, так і несподіваних. В результаті обрана мета, заради досягнення якої приймаються рішення, не буде досягнута. Якщо, в умовах централізовано керованої економіки, витрати, які не виправдала себе економічна діяльність підприємства, традиційно брала на себе держава, то в ринковій економіці вони лягають безпосередньо на суб'єкта господарювання. Можливість відхилення від мети, тобто розбіжність фактично отриманого результату з наміченим в момент прийняття рішення, характеризують за допомогою категорії «ризик» [10, с.33].

Виробничі процеси на машинобудівних підприємствах дуже складні та різноманітні, мають дискретний характер. Це призводить до того, що у межах відомих теорій статистичного моделювання, сітьового планування, лінійного і нелінійного програмування їх опис з достатнім ступенем достовірності не завжди уявляється можливим. У таких ситуаціях, коли відомі математичні моделі та методи уявляються занадто спрощеними і не можуть адекватно відображати економічну та виробничу реальність, на допомогу приходять методи імітаційного моделювання.

Проведений аналіз та узагальнення вітчизняної економічної теорії та практики оцінки ефективності інвестицій в інноваційні проекти і їх ризикованості показав, що на цей час не існує єдиних науково обґрунтованих методичних рекомендацій з цієї проблеми, не існує чітких методик і часто це може дезорієнтувати інвесторів і підприємців при оцінці інноваційно-інвестиційних проектів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Ризик виникає завжди при прийнятті будь-яких рішень на будь-якому рівні. Гойко А. наводить наступне тлумачення «... під підприємницьким ризиком будемо розуміти такий, що виникає за будь-яких видів діяльності, пов'язаної із виробництвом продукції, товарів, послуг та їх реалізацією; здійсненням науково-технічних і соціально-економічних проектів» [4, с.170]. Для того щоб мінімізувати той чи інший ризик, використовують різні методи моделювання ризикових ситуацій, які дозволяють спрогнозувати ризики і вибрати найбільш оптимальне рішення (табл. 1).

Гойко А. підсумовує: «Найпоширенішим у фінансовій теорії є припущення, що при оцінці інвестиційних проектів для інвестора важливими є лише два показники: очікувана ставка доходності і ступень ризику, яким найчастіше є стандартне відхилення випадкової величини ставки доходності від свого середнього значення» [4, с.174]. Взагалі кажучи, це є однією з основ сучасної портфельної теорії.

Зупинимося, на наш погляд, на найбільш важливих.

А. Аналіз чутливості. Такий вид аналізу, на жаль, не часто застосовують дослідники. Але є і такі, що звертають увагу [10;13-14]. Вибір можливих основних значень і розрахунок результуючого показника – такий підхід дозволяє провести дискретний аналіз чутливості. При цьому використовуємо загально прийняту міжнародну методіку оцінки інвестиційних проектів від UNIDO (Організація з промислового розвитку при ООН) [2]. Найбільш «ризикованими» вважаються ті значення, при варіюванні яких виходять значення $NPV < 0$ і/або великий розкид в значеннях NPV (NPV – чистий дисконтований дохід).

Модель аналізу даним методом виглядає наступним чином. Досліджуємо вплив змінної x_1 на NPV. При цьому вважаємо, що значення інших змінних приймають фіксовані значення базового варіанту. Основою для проведення аналізу чутливості, так само як і аналізу безбитковості, є дані бухгалтерської звітності.

Змінна x_1 , може набувати таких значень:

$$x_1 = (a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_m), \quad (1)$$

де a_j , – значення, які може приймати x_n ; m - число можливих значень x_n ,

Для кожного конкретного значення x_n , розраховуємо NPV за формулою:

$$NPV = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2)$$

Отримуємо набір значень NPV, який відповідає набору значень варійованої змінної x_1 .

$$NPV = f(a_1, x_2, \dots, x_n), f(a_2, x_2, x_3, \dots, x_n), f(a_j, x_2, x_n), f(a_m, x_2, x_n) \quad (3)$$

За аналогічною схемою досліджуємо вплив всіх x_1, x_2, x_n на NPV.

Зазвичай при проведенні аналізу чутливості виділяють дві основні категорії факторів: по їх впливу на обсяг надходжень і на розміри витрат. Крім того, до чинників прямого впливу відносять такі.

1. Показники інфляції. Зазвичай інфляція вимірюється в темпах приросту рівня цін за рік і підраховується у відсотках:

$$\Pi = [(P_1 - P_0)/P_0] \times 100\%, \quad (4)$$

де Π – темп інфляції у відсотках за рік; P_1 – рівень цін даного року; P_0 – рівень цін попереднього року.

У якості показника рівня цін використовується дефлятор ВВП, але також можна використовувати індекс споживчих цін та індекс промислових цін. Необхідно також враховувати і таке поняття, як реальна ставка відсотка, яка розраховується за формулою:

$$R - (I - \Pi)/(1 + \Pi), \quad (5)$$

де R – величина реальної ставки відсотка; I – номінальна ставка банківського відсотка.

Таблиця 1. Методи моделювання ризикових ситуацій

Метод	Позитивні сторони	Негативні сторони	Сфера застосування
Метод коригування	Простота розрахунків, зрозумілість і доступність	Не дає ніякої інформації про ступінь ризику або про можливі відхилення, передбачає збільшення ризику, не дає імовірнісних розподілів, існує тільки один показник – норма дисконту	Тільки приведення майбутніх потоків платежів до справжнього моменту часу
Метод достовірних еквівалентів	У поєднанні з іншими методами дає найбільш оптимальне рішення	Складність розрахунку достовірних коефіцієнтів, неможливість провести аналіз ймовірнісних розподілів ключових параметрів	Широко використовується в оцінці інноваційно-інвестиційних проектів
Аналіз сценаріїв	За допомогою EXCEL і великої кількості сценаріїв дає детальну інформацію про чутливість і можливі відхилення	При одиничному сценарному аналізі необхідно проводити додатковий аналіз	Різні варіанти реалізації проектів
Аналіз чутливості	Показує вплив окремих вихідних факторів на кінцевий результат проекту	Зміна кожного фактора розглядається ізольовано	Використовується для порівняння результатів з результатами, отриманими іншими методами
Метод Монте-Карло	При поєднанні з іншими економіко-статистичними методами дає оптимістичні прогнози	Дає неточні дані при одиночному використанні	Інвестиційне проектування
Аналіз ймовірнісних розподілів	Дає інформацію про очікувані значення різних коефіцієнтів	Розподілу не відомі і задаються експертами	Аналіз грошових надходжень
Дерева рішень	Корисний тоді, коли рішення, що приймаються в кожен момент часу, сильно залежать від раніше прийнятих рішень	Проект повинен мати обмежену кількість варіантів розвитку	Різні інноваційно-інвестиційні проекти

Джерело: складено авторами за матеріалами [4-5;8-9;12;15].

2. Фактичний обсяг продажів на ринку. Для аналізу фактичного обсягу продажів необхідно побудувати модель прогнозування, після чого на основі готової моделі будується остаточний прогноз обсягу продажів:

$$F_{\text{пт}t} = aF_{\text{ф}t-1} + (1 - a)F_{\text{м}t}, \quad (6)$$

де $F_{\text{пт}t}$ – прогнозне значення обсягу продажів; $aF_{\text{ф}t-1}$ – фактичне значення обсягу продажів за період часу t ; a – константа згладжування; $F_{\text{м}t}$ – значення моделі.

3. Частка підприємства на ринку. Для прогнозування монополістичною поведінки фірм в галузі розраховується індекс Герфіндала. Даний індекс показує ступінь концентрації ринку і обчислюється за допомогою підсумовування квадратів ринкових часток кожної фірми в галузі:

$$H = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2, \quad (7)$$

де H – індекс Герфіндала; S_1, S_2, \dots, S_n – частки фірм на ринку, які підсумовуються в порядку убутання (на першому місці – найбільша частка) і визначаються у відсотках як відношення обсягу поставок фірми до обсягу всього ринку.

4. Потенціал зростання і коливання ринкового попиту на продукцію.

5. Торгова ціна і тенденції зміни.

6. Змінні витрати і тенденції їх зміни.

Змінні витрати VC змінюються в прямій залежності від обсягу виробництва. Вони пов'язані з витратами на покупку сировини і робочої сили. Також необхідно розглянути так звані граничні витрати BC , тобто додаткові витрати, які пов'язані з виробництвом додаткової одиниці продукції найбільш дешевим способом:

$$BC = TC_n - TC_{n-1}, \quad (8)$$

де TC валові (загальні) витрати; n – одиниця виробництва.

7. Постійні витрати і тенденції їх зміни. Постійні витрати - це витрати, які залишаються незмінними, яке б не була кількість виробленої продукції. До них відносяться плата за оренду приміщення, витрати на обладнання, оплата управлінського і адміністративного персоналу.

8. Обсяг інвестицій, що потребується

9. Вартість капіталу, що залучається в залежності від джерел і умов його формування. В умовах високої інфляції особливо досліджуються такі фактори, як:

— фактори часу;

— тривалість виробничо-технологічного циклу;

— час, що витрачається на реалізацію готової продукції;

— час, що витрачається на надходження грошових коштів від реалізації продукції;

— договірний час затримки платежів;

— формування запасів і управління ними (страховий запас готової продукції на складі, страховий виробничий запас сировини і матеріалів, виробничий запас, що динамічно формується);

— умови формування капіталу.

Брейлі Р. і Майерс С. підкреслюють: «Аналіз чутливості дозволяє вам одночасно враховувати вплив зміни однієї змінної. Розглядаючи проект за різними сценаріями ви можете виявляти результати обмеженої кількості ймовірних співставлень змінних. Модель Монте-Карло дозволяє розглядати всі можливі комбінації» [3, с.241].

Б. Імітаційне моделювання за методом Монте-Карло. Імітаційна модель представляє собою формалізований опис виробничої системи через її елементи і залежності між ними, порядок розрахунку показників, які характеризують ці елементи і залежності, що представлено у вигляді алгоритму, який реалізується на комп'ютері з допомогою спеціальних програм (наприклад, COMFAR).

Виробничий процес, що досліджується, моделюється як шлях багатократних повторень випадкових варіантів його реалізації. Поведінка системи при цьому вивчається співставленням впливів на вході в систему і результатів, що отримані на її виході. Процеси, що відбуваються у середині системи, не розглядаються, оскільки внутрішні взаємозв'язки, які характерні для системи, невідомі. Одиничні реалізації мають назву статистичних випробувань, тому метод Монте-Карло називають методом статичних випробувань. Метод Монте-Карло застосовується тоді, коли важко або зовсім неможливо побудувати аналітичну модель [8, с.36]. Таким чином, його використання доцільно при вирішенні задач, що припускають теоретико-ймовірнісний опис, так як з'являється можливість спрощення проміжних етапів розрахунку.

Метод Монте-Карло можливо розглядати як додатковий інструмент, що покращує результат інших методів (табл. 2 і 3). Достовірність отримання правильного кінцевого результату залежить від грамотного вибору математичної моделі.

В. Побудова моделі оцінки і ризикованості інноваційно-інвестиційного проекту. Основну логіку процедури побудови моделі визначимо наступним чином:

— визначення змінних, які включаються в модель,

— визначення типу математичної моделі і типу розподілу, до якого вона підлягає;

— визначення взаємозалежності (функціональної та ймовірнісної залежності між змінними).

Дані процедури необхідні для створення моделі, яка може виглядати наступним чином:

$$NPV = f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n; a_1, \dots, a_j, \dots, a_m), \quad (9)$$

де x_i – ризик-змінні (складові грошового потоку, що є випадковими величинами); n – число ризик-змінних; a_j – фіксовані параметри моделі, тобто ті складові грошового потоку, які в результаті

попереднього аналізу були визначені як незалежні або мало залежні від зовнішнього середовища і тому розглядаються як детерміновані величини; m – кількість параметрів моделі.

Таблиця 2. Базові параметри розрахунку ризику за методом Монте-Карло

Критерії для порівняння	Розрахунки стандартними методами	Ризик-аналіз за методом Монте-Карло
Модель	Розрахунок грошових потоків	
Змінні	Детерміновані змінні (значення точно визначені)	Змінні є випадковими числами з заданими законами розподілу
Процес	Розрахунок одного прогнозного варіанту (сценарію)	Розрахунок великої кількості випадкових варіантів (сценаріїв)
Результат	Єдине значення інтегрального показника	Розподіл ймовірностей інтегрального показника

Джерело: складено авторами за матеріалами [3;8;10].

Таблиця 3. Використання метода Монте-Карло при усуненні недоліків інших методів дослідження

Метод	Недоліки	Рішення за допомоги імітаційного моделювання
Аналіз чутливості	Не враховується наявність кореляції між різними складовими проекту	Кореляція моделюється різними методами і враховується в моделі
	Розглядається вплив тільки однієї змінної при інших незмінних складових	З'являється можливість одночасно моделювати випадкові зміни декількох складових проекту з урахуванням умов корельованості
Аналіз сценаріїв	Потрібно проведення серйозних підготовчих робіт з відбору і аналітичної переробки інформації для створення декількох сценаріїв	Сценарії є випадковими і формуються автоматично при реалізації алгоритму методу Монте-Карло
	Межі сценаріїв розмиті, а побудовані оцінки значень змінних для кожного сценарію в деякій мірі довільні	Сценарії формуються виходячи з діапазонів можливих змін випадкових величин і підібраних законів розподілу
	Розглядається ефект обмеженого числа можливих комбінацій змінних. Зростання числа сценаріїв і зростання числа змінних ускладнюють моделювання	Кількість випадкових сценаріїв може бути як завгодно велике, так як процес імітації реалізовано у вигляді комп'ютерної програми, існує метод вибору необхідного числа сценаріїв, що гарантує з певною ймовірністю надійність результатів моделювання

Джерело: складено авторами за матеріалами [3;5;10].

Наступним етапом імітаційного моделювання методом Монте-Карло є аналіз отриманих кількісних показників.

1. Очікуване значення – являє собою агрегування у вигляді єдиного числа всієї інформації, наявної в розподілі ймовірностей NPV:

$$EV = \sum_{i=1}^n (NPV_i * P_i), \quad (10)$$

2. Очікувані втрати. Даний показник визначається як сума негативних значень NPV:

$$EL = \sum_{i=1}^m (NPV_i^- * P_i), \quad (11)$$

де NPV_i^- – негативне значення NPV; m – число негативних значень NPV в отриманій вибірці.

3. Очікуваний прибуток. Цей показник визначається як сума позитивних значень NPV:

$$EG = \sum_{i=1}^k (NPV_i^+ * P_i), \quad (12)$$

де NPV_i^+ – позитивне значення, NPV; k – число позитивних значень NPV в отриманій вибірці.

Таким чином, очікуване значення є сумою очікуваного прибутку і очікуваних втрат:

$$EV = EG + EL \quad (13)$$

4. Також необхідно розраховувати дисперсію і середнє квадратичне відхилення, які показують, наскільки великий розкид значень NPV щодо очікуваного значення.

Дисперсія розраховується за формулою:

$$S^2 = 1/n \sum_{i=1}^n [NPV_i - \sum_{i=1}^n NPV_i * P_i]^2, \quad (14)$$

Середнє квадратичне відхилення визначається як корінь з дисперсії.

5. Коефіцієнт варіації (Var) визначається формулою

$$Var = S / EV, \quad (15)$$

де S – середньоквадратичне відхилення.

Чим нижче коефіцієнт варіації, тим менше розкид показника ефективності.

6. Ймовірність реалізації неефективного проекту:

$$P(NPV < 0) = m/n, \quad (16)$$

де m – число негативних значень NPV в отриманій вибірці; n – число проведених імітаційних експериментів.

Знаходження конкретного рішення для того чи іншого проекту залежить також від вибору закону розподілу ймовірностей. На практиці найчастіше використовують такі закони розподілу ймовірностей: нормальний, трикутний, рівномірний, дискретний.

Розглянемо на конкретному прикладі – випуск на ПАТ «Одескабель» інноваційної продукції оптико-волоконного кабеля, наскільки сильно відрізняються результати імітаційного моделювання при виборі тільки трикутного розподілу або тільки рівномірного розподілу ризик-змінних (табл. 4, 5).

Таблиця 4. Трикутний розподіл ризик-змінних під час випуску інноваційної продукції

Зміна	Значення змінної тис. грн.	Мінімальне значення тис. грн.	Максимальне значення тис. грн.
Обсяг продажів (1-й рік)	120	94	125
Обсяг продажів (2-й рік)	180	170	230
Обсяг продажів (3-й рік)	180	175	232
Ціна продажів	300	275	330
NPV	3560		

Джерело: власна розробка авторів

Таблиця 5. Результати випробувань при рівномірному розподілі ризик-змінних

Математичне очікування NPV	3450,63
Стандартне відхилення NPV	2009,48
Коефіцієнт варіації NPV	0,62
Мінімальне значення NPV	-436,71
Максимальне значення NPV	8378,61
Ймовірність реалізації проекту за показником NPV	0,11

Джерело: власна розробка авторів

Припускаємо, що проводимо моделювання в межах реалізації консалтингового інноваційно-інвестиційного проекту з випуску новітньої кабельної продукції на ПАТ «Одескабель». Це має сутність визначених перед планових досліджень. При проведенні кількісного ризик-аналізу було виявлено наступні ризик-змінні: обсяги продажів за п'ять років, ціна продажів (рис.1). Було зроблено припущення, що всі ризик-змінні-незалежні випадкові величини. Такі розрахунки ілюструють той факт, що зміна виду розподілу призводить до суттєвої зміни результатів.

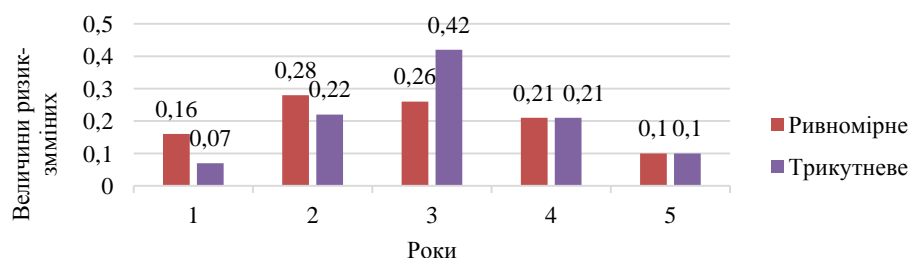


Рисунок 1. Гістограма розрахунків NPV за розподілом ризик-змінних

Джерело: власна розробка авторів

Таким чином, можливо зробити узагальнюючий висновок: сьогодні в Україні нерозвинений ринок капіталів в цілому та інвестицій в інноваційний сектор економіки особливо. Головним стримуючим фактором є ризик неповернення вкладених коштів, що визначається самим об'єктом вкладень, тобто

вітчизняним підприємством. Основна причина завищення банками ризику неповернення вкладених коштів-нерозвиненість банківських і фінансових технологій оцінки ризикованості конкретного об'єкта розміщення ресурсів підприємства.

Висновки

У фінансовій теорії ризик найчастіше розглядається як невизначеність в прогнозі результату проведення операції, можливості його відхилення від очікуваного або запланованого значення. Разом з тим будь-який з фінансових ризиків більш доцільно розглядати як вартісне вираження ймовірнісної події, що призводить до втрат. Проведення операцій з фінансовими активами на ринку капіталів тягне за собою виникнення різних видів ризику. В якості таких ризиків визначені: кредитний ризик, валютний ризик, відсотковий ризик, інвестиційний ризик, ризик упущеної вигоди, ризик банківських зловживань.

Узагальнюючи результати проведемо ризик-аналізу на конкретному промисловому підприємстві можливо зробити слідує висновки.

- Імітаційне моделювання складається з трьох етапів: побудова математичної моделі, здійснення імітації, аналіз результатів.
- Метод імітаційного моделювання Монте-Карло є розвитком сценарного підходу до аналізу ризиків і одночасно може бути віднесений до групи теоретико-ймовірнісних методів аналізу ризиків. На основі статистичних даних та експертних оцінок аналітиками підбираються закони розподілу деяких зі складових проекту, а на підставі повторюваних імітаційних експериментів з заданим рівнем точності можна підібрати закон розподілу результуючого параметра і обчислити його основні характеристики: математичне сподівання, дисперсію, середньоквадратичне відхилення.
- На етапі побудови математичної моделі вибираються ризик-змінні (випадкові складові грошових потоків проекту) на основі рейтингу еластичностей і оцінки прогнозованості змінної, за наявними статистичними даними та експертної інформації для кожної ризик-змінної підбирається закон розподілу, враховуються умови ймовірнісної залежності змінних.
- Імітація здійснюється з використанням спеціально розроблених комп'ютерних програм, кількість проведених імітаційних експериментів може бути вибрано за допомогою методів математичної статистики.
- Комплексний підхід до оцінки ризику, який реалізується при застосуванні методу Монте-Карло, полягає в тому, що аналітики отримують різні показники:
 - розподіл ймовірностей результуючої проектної змінної;
 - оцінки середнього значення, середнього квадратичного відхилення і коефіцієнта варіації результуючого показника;
 - будь-які інші, спеціальним чином сконструйовані, вимірники ризику (коефіцієнт очікуваних втрат, ймовірність реалізації неефективного проекту).
- Прийняття будь-яких рішень може ґрунтуватися на результатах візуального аналізу, тобто вивчення профілю ризику, отриманих в процесі імітаційного моделювання.
- Важливими вимірниками інтегральної ризикованості проекту є індекс очікуваних втрат і ймовірність реалізації неефективного проекту.
- Розвитку банківських і фінансових технологій оцінки ризикованості вкладень перешкоджають закритість підприємств, відсутність обміну продуктивною методологічною інформацією. Причина нерозвиненості обміну конкретною діловою інформацією-відсутність допомоги з боку держави, зайва «засекреченість» інформації з боку комерційних банків і підприємств.

Дослідження проведено у межах здійснення НДР «Конкурентна розвідка в безпеко-орієнтованому управлінні інноваційно-інвестиційним розвитком підприємств стратегічного значення для національної економіки і безпеки держави»(№ ДР 0119Ukraine002005).

Abstract

Thus, a general conclusion can be drawn: Ukraine today has an underdeveloped capital market in general and investment in the innovative sector of the economy in particular. The main constraint is the risk of non-repayment of invested funds determined by the object of investment itself, i.e., a domestic enterprise. The main reason for banks overstating the risk of non-return of invested funds is the undeveloped banking and financial technology for assessing the riskiness of a particular object of enterprise resource allocation.

In financial theory, risk is most often seen as the uncertainty in predicting the outcome of a transaction, the possibility of its deviation from the expected or planned value. However, any financial risk is more appropriately viewed as a value expression of a probabilistic event leading to a loss. Transactions in financial assets in the capital market entail various types of risk. The following have been identified as such risks: credit risk, currency risk, interest rate risk, investment risk, risk of loss of profits, and risk of bank abuse.

Summarizing the results of the risk-analysis on a specific industrial enterprise, it is possible to make the following conclusions.

- Simulation modeling consists of three stages: construction of a mathematical model, implementation of simulation, analysis of results.

- The Monte Carlo simulation method is a development of the scenario approach to risk analysis and at the same time can be referred to the group of theoretical and probabilistic methods of risk analysis. Based on statistical data and expert evaluations, analysts select the distribution laws of some of the project components, and based on repeated simulation experiments with a given level of accuracy, it is possible to select the distribution law of the resulting parameter and calculate its main characteristics: mathematical expectation, variance, and mean deviation.
- At the stage of mathematical model construction risk variables (random components of project cash flows) are selected on the basis of elasticity rating and variable predictability assessment, according to available statistical data and expert information the distribution law is selected for each risk variable, conditions of variable probability dependence are taken into account.
- Simulation is carried out with the use of specially developed computer programs, the number of simulation experiments carried out can be selected using methods of mathematical statistics.
- A comprehensive approach to risk assessment, which is implemented by applying the Monte Carlo method, is that analysts obtain different measures:
 - probability distributions of the resulting design variable
 - estimates of the mean value, the standard deviation, and the coefficient of variation of the resultant variable;
 - any other, specially constructed, measures of risk (coefficient of expected losses, probability of implementation of an ineffective project).
- Any decision-making can be based on the results of visual analysis, that is, the study of the risk profile obtained in the simulation process.
- The index of expected losses and probability of implementation of ineffective project are important measures of integral riskiness of the project.
- Development of banking and financial technologies of investment risk assessment is impeded by closedness of enterprises, lack of exchange of productive methodological information. The reason for the undeveloped exchange of specific business information is the lack of assistance from the state, excessive "secrecy" of information from commercial banks and enterprises.

The study was conducted within the research "Competitive intelligence in security-oriented management of innovation and investment development of enterprises of strategic importance to the national economy and state security".

Список літератури:

1. Балан О.С., Філіпова С.В. Прийняття інвестиційних рішень в інвестиційному менеджменті: монографія. Донецьк: Ноулідж, 2013. – 371с.
2. Беренес В., Хавранек П. Руководство по подготовке промышленных технико-экономических исследований. Москва: АОЗТ «Интерэксперт», 1995. – 343с.
3. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. Москва: Олимп-Бизнес, 1997. – 1120с.
4. Гойко А.Ф. Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрями їх реалізації: монографія. Київ: ВІРА-Р, 1999. – 320с.
5. Друри К. Управленческий учет для бизнес-решений. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 655с.
6. Ефремов В.В. Проблема неопределенности в экономических теориях. Экономика Украины, 2015. – №3. – С.67-75.
7. Інновації і маркетинг-рушійні сили економічного розвитку: монографія. З редакцією С.М. Ілляшенко. Суми: Папірус, 2012. – 536с.
8. Ларинов А.И., Юрченко Т.Н., Новоселов А.Л. Экономико-математические методы в планировании: учебное издание. Москва: Высшая школа, 1991. – 240с.
9. М'ячин В.Г. Наукові заклади формування інноваційного розвитку промислових підприємств: теорія, методологія, практика: монографія. Дніпро ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 350с.
10. Омельченко И.Н., Решиков П.В. Преимущество использования метод имитационного моделирования Монте-Карло в риск-анализе. Машиностроитель, 2003. – №9. – С.33-37.
11. Полозова Т.В. Формування інноваційно-інвестиційного механізму забезпечення конкурентоспроможності підприємства: монографія. Херсон: Гельветика, 2017. – 592с.
12. Риск-анализ инвестиционного проекта: учебник для вузов. Под редакцией М.В. Грачевой. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 351с.
13. Росс С., Вестерфилд Р., Джордан Б. Основы корпоративных финансов. Москва: ЛБЗ, 2000. – 720с.
14. Фаттахов Р.В. Диалоговая система оценки крупномасштабных проектов в условиях рынка. Москва: ЦЭМИ РАН, 1992. – 160с.
15. Чернов В.А. Анализ коммерческого риска. Москва: Финансы и статистика, 1998. – 128с.

16. Щетилова Т.В. Взаимосвязь эффективности реструктуризации промышленного производства, распределение макроэкономических рисков и структурных сдвигов, *Економіка Промисловості*, 2017. – №1(77). – С.5-21.

References:

1. Balan A.S., Filipova S.V. (2013). Prinyatiye investitsionnykh resheniy v investitsionnom menedzhmente [Adoption of investment decisions in investment management]. Donetsk: Knowledge [in Ukrainian].
2. Berenes V., Havranek P. (1995). Rukovodstvo po podgotovke promyshlennykh tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy. [Guidelines for the preparation of industrial technical and economic research]. Moscow: AOZT Interexpert [in Russian].
3. Braley R., Myers S. (1997). Printsipy korporativnykh finansov [Principles of Corporate Finance]. Moscow: Olympus Business [in Russian].
4. Goyko A.F. (1999). Metody otsenki effektivnosti investitsiy i prioritetye napravleniya ikh realizatsii [Methods of estimation of efficiency of investments and priority directions of their realization]. Kiev: VERA-R [in Ukrainian].
5. Drury K. (2003). Upravlencheskiy uchet dlya biznes-resheniy [Managerial accounting for business decisions]. Moscow: UNITI-DANA [in Russian].
6. Efremov V.V. (2015). Problema neopredelennosti v ekonomicheskikh teoriyakh. [Problem of uncertainty in economic theories]. (Vols. 3) [in Ukrainian].
7. Ilyashenko S. M. (Eds.). (2012). Innovatsii i marketing-dvizhushchiye sily ekonomicheskogo razvitiya [Innovations and marketing-moving forces of economic development] Sums: Papyrus [in Ukrainian].
8. Larinov A.I., Yurchenko T.N., Novoselov A.L. (1991). Ekonomiko-matematicheskiye metody v planirovanii [Economic and mathematical methods in planning]. Moscow: High School [in Russian].
9. Myachina V.G. (2019). Nauchnyye uchrezhdeniya formirovaniya innovatsionnogo razvitiya promyshlennykh predpriyatiy: teoriya, metodologiya, praktika [Scientific institutions of formation of innovative development of industrial enterprises: theory, methodology, practice]. Dnieper SHEI UDKHTU [in Ukrainian].
10. Omelchenko I.N., Reschikov P.V. (2003). Preimushchestvo ispol'zovaniya metod imitatsionnogo modelirovaniya Monte-Karlo v risk-analize. [Advantage of using the Monte Carlo simulation method in risk analysis.]. (Vols. 9).
11. Polozova T.V. (2017). Formirovaniye innovatsionno-investitsionnogo mekhanizma obespecheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya. [Formirovanie innovatsionno-investitsionnogo mekhanizma ensureirovaniya kompetitivnosti enterprise: monografiya]. Kherson: Helvetica [in Ukrainian].
12. Gracheva. M. V. (Eds.). (2001). Risk-analize investitsionnogo proyekta [Risk-analysis of the investment project]. Moscow: UNITI-DANA [in Russian].
13. Ross S., Westerfield R., Jordan B. (2000). Osnovy korporativnykh finansov [Fundamentals of corporate finance]. Moscow: LBZ [in Russian].
14. Fattakhov R.V. (1992). Dialogovaya sistema otsenki krupnomasshtabnykh proyektov v usloviyakh rinka [Dialogovaya sistema otsenki sotsial'nykh proyektov v rinka]. Moscow: CEMI RAS [in Russian].
15. Chernov V.A. (1998). Analiz kommercheskogo riska [Analysis of Commercial Risk]. Moscow: Finance and Statistics [in Russian].
16. Shchetilova T.V. (2017). Vzaimosvyaz' effektivnosti restrukturyzatsii promyshlennogo proizvodstva, raspredeleniye makroekonomicheskikh riskov i strukturnykh sdvigov [Interrelation of efficiency of industrial production restructuring, distribution of macroeconomic risks and structural shifts]. (Vols. 9).

Посилання на статтю:

Захарченко В.І. Мінімізація ризику у промисловому виробництві та вибір оптимального рішення / В. І. Захарченко, В. О. Савенко // *Економічний журнал Одеського політехнічного університету*. – 2021. – № 1 (15). – С. 30-38. – Режим доступу до журн.: <https://economics.opu.ua/ejopu/2021/No1/30.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.01.2021.4. DOI: 10.5281/zenodo.4885144.

Reference a JournalArticle:

Zakharchenko V.I. Minimization risk in industrial production and selection optimal decision / V. I. Zakharchenko, V. O. Savenko // *Economic journal Odessa polytechnic university*. – 2021. – № 1 (15). –P. 30-38. – Retrieved from <https://economics.opu.ua/ejopu/2021/No1/30.pdf>. DOI: 10.15276/EJ.01.2021.4. DOI: 10.5281/zenodo.4885144.

