

УДК 338.659

DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V49\(2025\)-27](https://doi.org/10.31521/modecon.V49(2025)-27)

Рудь О. О., кандидат економічних наук, Директор ТОВ «ЕМ АЙ ДЖІ ЛТД», Київ, Україна

ORCID ID: 0009-0009-5750-5150

e-mail: rud.oleksandr@gmail.com

Моделювання грошових потоків інвестиційних проєктів на основі ймовірнісних розподілів

Анотація. Стаття присвячена моделюванню грошових потоків інвестиційних проєктів з урахуванням ймовірнісних розподілів. Автор розглядає два підходи: моделювання значення грошового потоку в конкретному періоді та моделювання параметрів впливу на елементи грошового потоку.

Основна увага приділена побудові моделі з використанням випадкових величин. Випадкові величини моделюються через ймовірнісні розподіли.

В статті представлено класифікацію розподілів ймовірностей, таких як дискретні та неперервні розподіли, симетричні та асиметричні, одно- та багатопараметричні моделі, які обираються залежно від характеру змінних.

Запропоновано використання методу Монте-Карло для симуляції результатів, що дає змогу створювати множину сценаріїв розвитку проєкту, оцінювати чутливість до змін та ймовірність досягнення фінансових результатів.

Використання запропонованого алгоритму сприяє підвищенню обґрунтованості інвестиційних рішень та оптимізації управління проєктними ризиками та ресурсами.

Ключові слова: грошовий потік; модель; моделювання; ймовірнісний розподіл; випадкова величина; функція розподілу; щільність розподілу.

Rud Oleksandr, PhD (Economics), Director of Limited Liability Company «MIG LTD», Kyiv, Ukraine

Modeling Cash Flows of Investment Projects Based on Probability Distributions

Abstract. Introduction. The article focuses on modeling cash flows in investment projects using probabilistic distributions, which is a key aspect of increasing the accuracy of assessments and making well-informed decisions under uncertainty. The author proposes two approaches to cash flow modeling: the first approach involves modeling the cash flow value in a given period, while the second approach focuses on modeling the parameters that influence the cash flow components. Special attention is given to building models based on random variables that reflect the specific characteristics of the project, taking into account unpredictable changes and risks inherent in the economic environment.

Purpose. An important part of the study is the classification of probability distributions, including discrete and continuous, symmetric and asymmetric, and single and multi-parameter models, which are selected depending on the nature of the variables and specific conditions of project implementation. Such classification allows for a more detailed analysis and understanding of possible project development scenarios under uncertainty.

The article emphasizes the importance of accurate estimation of parameters of probability distributions, since the accuracy of modeling results depends on it. Methods such as the method of moments and maximum likelihood are used to determine distribution parameters.

Results. To ensure modeling reliability, it is essential to test the consistency of selected distributions with real data. Visual and statistical tools can be used to assess how well the theoretical distribution matches empirical data, which is a critical step in building a reliable model.

The author suggests using the Monte Carlo method as the primary tool for simulating results, allowing the creation of multiple project development scenarios. This method makes it possible to determine the probability of achieving certain financial results and to assess the sensitivity of the project to changes in key parameters.

Conclusions. The proposed cash flow modeling algorithm contributes to improving the substantiation of investment decisions and optimizes the management of project risks and resources.

Keywords: cash flow; model; modeling; probabilistic distribution; random variable; distribution function; probability density function.

JEL Classification: C 15, C 53, G 31.

¹Стаття надійшла до редакції: 01.02.2025

Received: 01 February 2025

Постановка проблеми. Моделювання грошових потоків є одним з найважливіших етапів в аналізі та оцінці інвестиційних проєктів. Точність прогнозування грошових потоків впливає на прийняття рішень щодо доцільності та ефективності інвестицій, а також на можливість уникнути ризиків та збитків. Однак в умовах невизначеності та ризику, які притаманні більшості сучасних інвестиційних проєктів, точне передбачення майбутніх грошових потоків стає складним завданням. Традиційні детерміновані моделі, які використовують фіксовані значення для основних параметрів, часто не можуть адекватно врахувати всі потенційні сценарії розвитку подій, що призводить до необ'єктивної оцінки результатів проєкту.

При оцінці інвестиційних проєктів аналітики стикаються з численними факторами, які є невизначеними та можуть значно впливати на результати проєкту. До таких факторів відносяться зміни на ринку, економічні коливання, непередбачені витрати, відмінності у прогнозованих та фактичних доходах тощо. Використання детермінованих моделей, які припускають фіксовані значення для цих змінних, не дозволяє врахувати можливі варіації, що, своєю чергою, може призвести до хибних висновків щодо фінансової привабливості проєкту.

Для розв'язання цієї проблеми необхідно впроваджувати підходи, які враховують ймовірнісні розподіли значень змінних, таких як доходи, витрати, ціни й обсяги виробництва. Це дозволить моделювати різні сценарії розвитку проєкту, оцінювати чутливість до зміни показників та визначати ймовірності досягнення певних фінансових результатів. У цьому контексті метод Монте-Карло є потужним інструментом, який дозволяє створити множину можливих результатів і оцінити вплив різних факторів на фінансовий результат проєкту. Однак застосування цього методу вимагає ретельного підбору ймовірнісних розподілів для кожної ключової змінної, а також врахування обмежень і особливостей конкретного проєкту.

Таким чином, постає проблема розробки та впровадження методики моделювання грошових потоків інвестиційних проєктів з урахуванням ймовірнісних розподілів. Це дозволить підвищити об'єктивність оцінок, зменшити ризики й приймати більш зважені рішення щодо інвестицій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням управління грошовими потоками підприємства присвячені праці Ю. Бріхгема, Дж. К. Ван Хорна, О. Єфімової, Є. Сорокіної, А. Шеремета та інших.

Проблеми визначення та розрахунку грошових потоків підприємств присвячені праці І. О. Бланка

[2], А. Г. Загороднього [4], Г. Л. Вознюк, Т. С. Смовженко, А. М. Поддєрьогіна [8], Г. В. Савицької, В. М. Гриньова, Ф. Ф. Бутинця та багатьох інших дослідників. Водночас особливості значення і розрахунку цього показника для оцінки ефективності інвестиційного проєктування ще не знайшли належного обґрунтування.

Закордонні науковці Аслі Асциоглу [12], Шантарам Хеґе і Джон Макдермот досліджували грошові потоки як фактори впливу на інвестиційну діяльність. Однак низка проблем, пов'язаних з моделюванням ефективності інвестиційних проєктів, не знайшла належного відображення в літературі й потребує подальшого дослідження.

Метою статті є вивчення алгоритму моделювання грошових потоків інвестиційних проєктів на основі ймовірнісних розподілів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Модель являє собою об'єкт, який замінює оригінал і відображає основні характеристики та властивості оригіналу для досягнення конкретної мети дослідження у межах обраної системи гіпотез.

Процес побудови моделі, котра тією чи іншою мірою відповідає оригіналу, називається моделюванням. Сутність цього процесу полягає в заміні вихідного об'єкта його "образом" - математичною моделлю - і подальшим вивченням (дослідженням) моделі на підставі аналітичних методів та обчислювально-логічних алгоритмів, які здебільшого реалізуються за допомогою комп'ютерних програм. Робота та дослідження не самого об'єкта (явища чи процесу), а його моделі дозволяє швидко та без ризиків вивчати його ключові характеристики й поведінкові особливості в різних можливих умовах.

Виділимо окремо поняття грошового потоку підприємства та інвестиційного проєкту.

Грошовий потік підприємства – це надходження та витрачання коштів підприємства в процесі господарської діяльності. Відповідно різниця між надходженням та витрачанням коштів по кожному окремому виду діяльності або по діяльності підприємства в цілому називається чистим грошовим потоком.

Грошовий потік інвестиційного проєкту - це надходження та витрачання коштів, пов'язані з реалізацією конкретного інвестиційного проєкту, протягом його життєвого циклу. Грошовий потік інвестиційного проєкту охоплює всі рухи коштів, які виникають на етапах планування, фінансування, виконання та завершення проєкту [6].

Аналогічно до грошових потоків підприємства, що включають окремі грошові потоки, такі як: операційний, інвестиційний та фінансовий, грошові потоки інвестиційного проєкту також

складаються з окремих складових, відображених на рис. 1.

Чистий грошовий потік інвестиційного проєкту розраховується як різниця між усіма грошовими

надходженнями та витратами, пов'язаними з проєктом, за певний період. Він показує, скільки коштів проєкт генерує для інвесторів або власників після покриття всіх витрат.



Рисунок 1 - Складові грошового потоку інвестиційного проєкту

Джерело: сформовано автором на основі [6]

Оцінимо роль грошового потоку інвестиційного проєкту: грошовий потік інвестиційного проєкту є ключовим показником для оцінки його ефективності та привабливості, адже дозволяє:

- оцінити, чи проєкт зможе повернути інвестиції та забезпечити прибуток;
- визначити часові інтервали з позитивним і негативним грошовим потоком, що допомагає у фінансовому плануванні;
- розрахувати показники ефективності проєкту (наприклад, NPV, IRR), які допомагають приймати рішення щодо доцільності інвестування.

Таким чином, грошовий потік інвестиційного проєкту - це ключовий фінансовий індикатор, що дозволяє відстежувати всі фінансові операції в межах проєкту, оцінювати його результативність і розробляти стратегії управління ресурсами та ризиками [11].

Один із ключових принципів, що лежить в основі оцінки ефективності інвестиційних проєктів, полягає в моделюванні грошових потоків, які охоплюють усі пов'язані з проєктом надходження та витрати протягом розрахункового періоду. Цей підхід застосовується до різних типів інвестиційних проєктів, незалежно від їхніх технічних, технологічних, фінансових, галузевих або територіальних характеристик.

Виділимо два основних підходи до моделювання грошових потоків інвестиційного проєкту:

Моделювання значення грошового потоку в конкретному періоді. Цей підхід передбачає безпосереднє моделювання загального значення грошового потоку для кожного періоду життєвого циклу проєкту (наприклад, місяць, квартал, рік). Відповідно до цього кожне значення грошового потоку періоду може моделюватися як випадкова

величина з певним розподілом ймовірностей. Цей підхід є ефективним, коли основна мета - отримати оцінки для всього грошового потоку за періоди, не вдаючись у деталі впливу окремих параметрів.

Моделювання параметрів впливу на елементи грошового потоку. Цей підхід орієнтований на моделювання окремих параметрів, що впливають на розрахунок елементів грошових потоків, таких як обсяг продажів, ціни, витрати тощо. Після моделювання цих параметрів та відповідних елементів на їхній основі розраховуються сукупні грошові потоки. Цей підхід є корисним, коли важливо розуміти, які саме параметри найбільше впливають на підсумковий результат і як їхні можливі варіації позначаються на загальному грошовому потоці інвестиційного проєкту.

У межах першого підходу методи моделювання грошових потоків інвестиційного проєкту можуть суттєво відрізнитися залежно від умов, в яких здійснюється інвестиційний процес цього проєкту. У традиційній практиці виділяють такі умови:

- умова визначеності - для інвестиційного проєкту відповідає лише одна конкретна оцінка грошового потоку на кожному етапі розрахункового періоду;
- умова ймовірнісної невизначеності - для інвестиційного проєкту на кожному етапі розрахункового періоду відповідає кілька оцінок грошового потоку, кожна з яких має конкретну ймовірність, що фактично задає дискретний розподіл ймовірностей випадкової величини St .
- умова повної невизначеності - для інвестиційного проєкту на кожному етапі розрахункового періоду відповідає кілька можливих оцінок грошового потоку, проте інформація про ймовірність їх реалізації

відсутня, що фактично задає неперервний розподіл ймовірностей випадкової величини St [5].

Відповідно до другого підходу грошові потоки інвестиційного проєкту являють собою складну систему фінансових надходжень і витрат, які складаються з різних параметрів прямого та опосередкованого впливу, що виникають протягом всього життєвого циклу проєкту. При цьому важливо розуміти, що більшість параметрів цих потоків мають ймовірнісний характер і можуть розглядатися як випадкові величини, що суттєво впливають на процес прийняття інвестиційних рішень.

Випадковою величиною називають таку величину, яка в результаті випробування може приймати тільки одне з числових значень, заздалегідь невідоме й обумовлене випадковими чинниками. Випадкові величини можна розділити на дві основні групи: дискретні й неперервні.

Дискретна випадкова величина - це величина, яка може приймати лише певні, чітко визначені значення з певною ймовірністю. Ці значення можуть бути перелічені або розміщені в упорядкованій послідовності. Дискретні випадкові

величини часто використовуються для опису подій, що мають кінцеву або зліченну кількість можливих результатів, наприклад, кількість успіхів у серії випробувань або кількість дефектних виробів у партії.

Неперервна випадкова величина - це величина, яка може набувати будь-якого значення в певному інтервалі числової осі, тобто її можливі значення утворюють безперервну множину. Такі випадкові величини характеризуються тим, що ймовірність прийняття точного значення дорівнює нулю, а ймовірність визначається для інтервалів значень. Наприклад: час безвідмовної роботи приладу, відхилення за дальністю точки падіння снаряда від цілі, діаметр обробленої деталі.

З метою врахування випадкових величин у розрахунках грошового потоку інвестиційного проєкту можна перетворити ключові параметри на випадкові змінні, що описують їхню ймовірнісну природу. Це дозволить моделювати їх за допомогою методів статистичного аналізу, таких як симуляція Монте-Карло [10]. Основні параметри прямого та опосередкованого впливу на грошовий потік інвестиційного проєкту представлені в табл. 1.

Таблиця 1 **Моделювання параметрів прямого та опосередкованого впливу на грошовий потік інвестиційного проєкту**

Параметри прямого впливу	Моделювання	Параметри опосередкованого впливу	Моделювання
Обсяг продажів	Ймовірнісний розподіл випадкової величини	Інфляція	Ймовірнісний розподіл випадкової величини (історичні дані)
Ціна реалізації	Ймовірнісний розподіл випадкової величини	Курс валют	Ймовірнісний розподіл випадкової величини (історичні дані)
Виробничі витрати (сировина, заробітна плата, амортизація)	Ймовірнісний розподіл випадкової величини окремих компонентів	Регуляторні зміни	Дискретна випадкова величина із заданою ймовірністю
Капітальні витрати	Ймовірнісний розподіл випадкової величини окремих компонентів	Рівень конкуренції на ринку	Через коефіцієнт впливу на обсяг продажів, що задається ймовірнісним розподілом
Операційні витрати (адміністративні, маркетингові та інші витрати)	Ймовірнісний розподіл випадкової величини окремих компонентів	Технологічний прогрес	Через коефіцієнт впливу на виробничі витрати, що задається ймовірнісним розподілом
Податкові ставки	Ймовірнісний розподіл випадкової величини	Політичні ризики	Дискретна випадкова величина із заданою ймовірністю
Фінансові витрати	Ймовірнісний розподіл випадкової величини		

Джерело: складено автором

Однією з ключових характеристик випадкової величини є її розподіл. Знання розподілу дає можливість з певною ймовірністю передбачити

наступне значення випадкової величини, обчислити ймовірність того, що вона потрапить у

визначений інтервал, а також змоделювати її за допомогою генераторів випадкових чисел.

Загальною формою закону розподілу випадкової величини X (як дискретної, так і неперервної) є так звана інтегральна функція розподілу, або просто функція розподілу.

Функція розподілу або функція розподілу ймовірностей (Cumulative Distribution Function, CDF) - це функція, яка показує ймовірність того, що випадкова величина набуде значення, меншого або рівного заданому значенню. Іншими словами, вона описує, як ймовірність накопичується до певної точки. Для випадкової величини X функція розподілу $F(x)$ визначається як:

$$F(x) = P(X < x),$$

де:

$F(x)$ – це значення функції розподілу для конкретного значення x ,

$P(X < x)$ – ймовірність того, що випадкова величина X набуде значення меншого за x .

Функція маси ймовірності (Probability Mass Function, PMF) - це функція, яка описує ймовірність того, що дискретна випадкова величина прийме певне значення. Вона визначає ймовірність кожного можливого значення для дискретної випадкової величини. Для дискретної випадкової величини X функція маси ймовірності $p(x)$ визначається як:

$$p(x) = P(X = x),$$

де:

$p(x)$ – ймовірність того, що X прийме значення x ,
 X – дискретна випадкова величина, яка може приймати певні окремі значення.

Функція маси ймовірності дозволяє нам знати ймовірності для кожного конкретного значення дискретної випадкової величини.

Щільність розподілу ймовірності або функція щільності ймовірності (Probability Density Function, PDF) - це функція, яка описує ймовірність того, що неперервна випадкова величина потрапить у певний малий інтервал навколо заданого значення. Вона показує, наскільки ймовірно, що значення випадкової величини буде в околі даного значення, але не є самою ймовірністю конкретної точки.

На відміну від дискретних випадкових величин, для яких можливо визначити ймовірність конкретних значень, для неперервних випадкових

величин ймовірність кожного конкретного значення дорівнює нулю. Натомість використовується щільність розподілу, щоб визначити ймовірність того, що випадкова величина потрапить у певний інтервал. Щільність розподілу $f(x)$ (диференціальна функція розподілу) дорівнює похідній від функції розподілу $F(x)$:

$$F'(x) = f(x)$$
$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

Щільність розподілу дозволяє визначити ймовірності для інтервалів, розуміти, де зосереджені значення випадкової величини, і характеризує загальну "форму" розподілу [3].

Моделювання розподілів ймовірності для випадкових величин мають вагомим значенням в обґрунтуванні фінансових, інвестиційних, інноваційних та в загальному управлінських рішень. Наприклад в таких напрямках:

Управління ризиками: якщо знати, якому закону розподілу підпорядковується дохідність портфеля, можна визначити, наскільки ймовірні збитки та якими будуть втрати в певному сценарії (логіка value-at-risk – вартісної міри ризику).

Управління інвестиційним портфелем: знання розподілу дохідностей дозволяє точніше визначити оптимальний портфель для інвестора з точки зору ризик/дохідність або максимізації функції корисності.

Оцінка справедливої вартості: визначення коректного закону розподілу важливе для оцінки багатьох фінансових інструментів.

Інвестиційна діяльність та оцінка інвестиційних проєктів: розуміння законів розподілу ймовірностей можливих результатів інвестиційних проєктів дозволяє точніше оцінити їхню дохідність і ризики. Аналіз розподілів також важливий для визначення вартості проєкту на основі потенційних грошових потоків, що допомагає приймати зважені рішення щодо капіталовкладень.

Класифікація розподілів ймовірності допомагає зрозуміти різні типи ймовірнісних моделей, які можна застосовувати до різних ситуацій або даних. Вона включає кілька категорій залежно від форми розподілу, параметрів і властивостей. Класифікація розподілів ймовірності представлена на рис. 2.

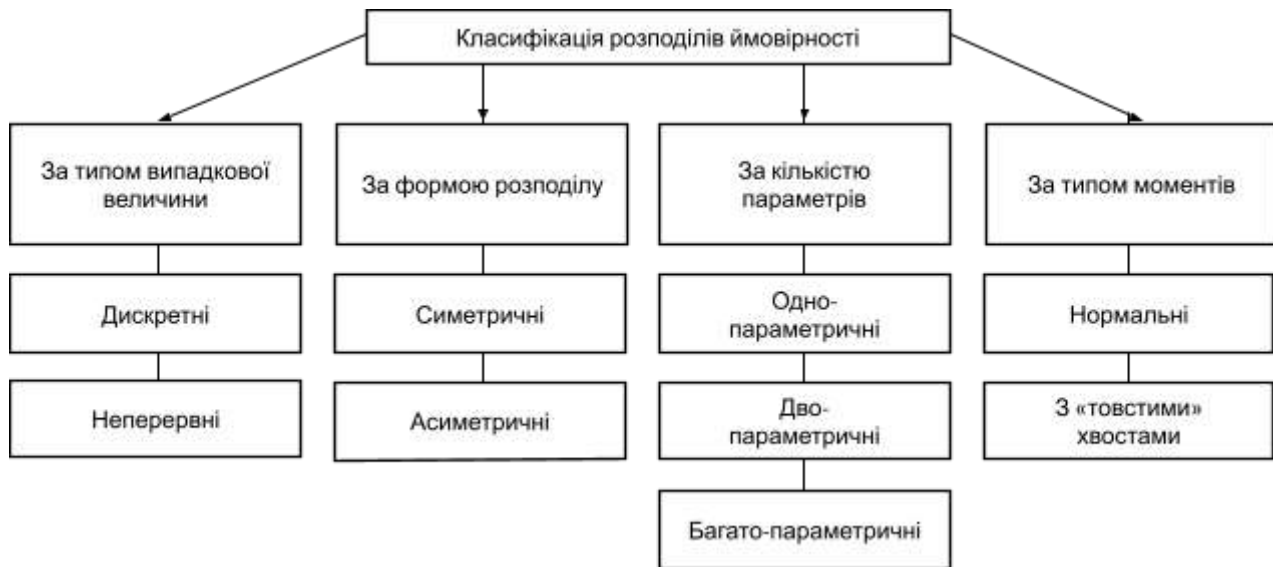


Рисунок 2 – Класифікація розподілів ймовірностей

Джерело: складено автором на основі [3]

Існує близько сотні різних розподілів ймовірностей, проте на практиці регулярно застосовуються лише близько 15–20 із них. Розглянемо теоретичний опис деяких з них.

Розподіл Пуассона - використовується для визначення ймовірності того, скільки разів відбудеться певна подія за фіксований період часу або в певному просторі. Приклад: скільки дзвінків надійде до кол-центру за годину.

Геометричний розподіл - описує, скільки потрібно спроб для досягнення першого успіху, при цьому ймовірність успіху повинна залишатися однаковою. Наприклад, скільки разів потрібно підкинути монету до першого випадання герба.

Нормальний (гауссівський) розподіл - дані розподіляються у формі дзвона. Більшість значень згруповані навколо середнього.

Розподіл хі-квадрат - використовується для аналізу відмінностей між очікуваними та спостережуваними даними.

Розподіл ймовірностей - це математична функція, яка описує ймовірність різних результатів у випадковому експерименті. Наприклад, нормальний розподіл часто застосовують для моделювання дохідності акцій, облігацій та інших фінансових інструментів. Проте вибору розподілу ймовірностей недостатньо. Необхідно також оцінити параметри розподілу, такі як середнє значення (математичне очікування), стандартне відхилення, які визначають його форму та розташування (табл. 2).

Таблиця 2 Основні параметри дискретних та неперервних розподілів ймовірностей

Параметр	Дискретна випадкова величина	Неперервна випадкова величина
Математичне сподівання (Expected Value або Mean)	$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i p_i$	$M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$
Дисперсія (Variance)	$D(X) = \sum_{i=1}^n (x_i - M(X))^2 p_i$	$D(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - M(X))^2 f(x) dx$
Стандартне відхилення (Standard Deviation)	$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}$	
Мода (Mode)	$MoX = \operatorname{argmax}_x f(x)$	
Медіана (Median)	За щільністю розподілу: $\int_{-\infty}^{MeX} f(x) dx = \int_{MeX}^{\infty} f(x) dx = 0,5$ За функцією розподілу: $F_x(MeX) = 0,5$	
Асиметрія (Skewness)	$Skewness = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M(X))^3 p_i}{\sigma(X)^3}$	$Skewness = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} (x_i - M(X))^3 f(x) dx}{\sigma(X)^3}$
Екссес (Kurtosis)	$Kurtosis = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M(X))^4 p_i}{\sigma(X)^4} - 3$	$Kurtosis = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} (x_i - M(X))^4 f(x) dx}{\sigma(X)^4} - 3$

Джерело: узагальнено автором на основі [1]

Зазвичай ці параметри невідомі, тому їх доводиться обчислювати на основі даних. Для цього застосовуються певні методи: метод моментів та метод максимальної правдоподібності.

Метод моментів (Method of moments, MM) полягає в порівнюванні теоретичних моментів розподілу (таких як середнє, дисперсія, асиметрія та/або екссес) до емпіричних моментів, обчислених на основі вибірки даних. Це дозволяє отримати рівняння для оцінки параметрів розподілу.

Переваги: простий у використанні, особливо для невеликих вибірок або нескладних розподілів.

Недоліки: оцінки параметрів можуть бути не точними, якщо використовувати невеликі вибірки [9].

Метод максимальної правдоподібності (Maximum Likelihood Estimation, MLE) використовує принцип максимізації ймовірності спостережуваних даних. Мета полягає в тому, щоб знайти такі значення параметрів, при яких ймовірність отримати саме ці дані буде максимальною. Згідно з цим методом потрібно максимізувати функцію:

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i)$$

Але зручніше обчислити логарифм функції, який перетворює добуток ймовірностей на суму логарифмів.

$$\log L = \sum_{i=1}^n \log(f(x_i))$$

Переваги: часто метод дає найефективніші оцінки параметрів, особливо при великій вибірці, оскільки оцінки є незміщеними та мають мінімальну дисперсію.

Недоліки: може бути складним для реалізації, особливо для складних розподілів або коли функція правдоподібності має складну форму.

Обидва методи широко використовуються в на практиці, і вибір між ними залежить від типу даних, розподілу ймовірностей та вимог до точності оцінок [9].

Ключовим етапом дослідження розподілу ймовірностей є перевірка відповідності функції розподілу реальним даним (або відповідність теоретичними даними розподілу з емпіричними реальними даними), дозволяє визначити, наскільки добре теоретична модель розподілу описує спостережувані значення. Це важливо для аналізу даних, побудови моделей та прийняття обґрунтованих рішень, оскільки правильний розподіл підвищує точність моделі. Серед інструментів дослідження адекватності розподілів є візуальні та статистичні [7].

До візуальних інструментів відносяться:

Гістограма з теоретичних та емпіричних щільностей розподілу.

Квантиль-квантильний графік (Q-Q plot).

Кумулятивний графік.

Статистичні тести включають:
Тест Колмогорова-Смірнова.
Тест Андерсона-Дарлінга.
Тест Хі-квадрат.

Перевірка відповідності функції розподілу реальним емпіричним даним допомагає переконатися, що обрана модель точно відображає поведінку випадкової величини.

Алгоритм моделювання грошових потоків інвестиційних проєктів на основі ймовірнісних розподілів допомагає інвесторам і аналітикам оцінити можливі варіанти розвитку проєкту, потенційні доходи й витрати та відповідно здійснити оцінку ефективності інвестиційного проєкту. Схема алгоритму представлена на рис. 3.



Рисунок 3 - **Схема алгоритму моделювання грошових потоків інвестиційних проєктів на основі ймовірнісних розподілів**

Джерело: складено автором

На основі представленої схеми алгоритм моделювання грошових потоків за допомогою ймовірнісних розподілів можна описати наступним чином:

Алгоритм починається з вибору підходу до моделювання грошових потоків, що є ключовим етапом, який визначає загальну структуру та методологію подальшого аналізу. На цьому етапі визначаються основні принципи та методи, які будуть використовуватися в процесі моделювання.

Далі алгоритм розділяється на два взаємовиключні процеси:

Моделювання значення грошового потоку в конкретному періоді.

Моделювання параметрів впливу на елементи грошового потоку.

Згідно з першим підходом, моделювання значення грошового потоку передбачає визначення та аналіз конкретних числових показників для кожного періоду проєкту. Наступним етапом є визначення умов здійснення інвестиційного процесу, до яких відносяться: умова визначеності, умова ймовірної невизначеності, умови повної невизначеності.

Згідно з другим підходом здійснюється аналіз та підбір відповідних параметрів прямого та

опосередкованого впливу на грошовий потік. Одночасно проводиться моделювання параметрів впливу, що включає аналіз факторів, які можуть змінювати величину грошового потоку.

На основі отриманої інформації здійснюється підбір розподілів ймовірностей, який враховує або змодельовані значення грошових потоків або параметри впливу на них. Цей етап є критичним для забезпечення адекватності моделі реальним умовам.

Після вибору розподілів проводиться оцінка їх параметрів, що включає визначення числових характеристик та властивостей обраних розподілів ймовірностей.

Важливим етапом є перевірка відповідності розподілів емпіричним даним, де проводиться валідація обраних теоретичних розподілів на основі реальних даних та їх статистичний аналіз.

Завершальним етапом є застосування імітаційного моделювання за допомогою методу Монте-Карло, який дозволяє генерувати множину можливих сценаріїв розвитку проекту та отримати розподіл можливих результатів.

Цей алгоритм забезпечує системний підхід до моделювання грошових потоків, враховуючи їх імовірнісну природу та можливі варіації.

Результати такого моделювання дозволяють отримати більш реалістичну оцінку можливих результатів інвестиційного проекту та пов'язаних з ним ризиків.

Варто відзначити, що даний алгоритм має циклічний характер, оскільки результати перевірки відповідності розподілів емпіричним даним можуть призвести до необхідності коригування попередніх етапів, включаючи перегляд обраних розподілів ймовірностей та їх параметрів.

Висновки. Алгоритм моделювання грошових потоків, що враховує ймовірнісні розподіли, забезпечує більш реалістичний аналіз інвестиційних проектів. Запропонований у статті підхід до моделювання грошових потоків інвестиційних проектів із застосуванням ймовірнісних розподілів значно покращує точність прогнозування фінансових показників та обґрунтованість рішень. Використання алгоритму, що базується на методі Монте-Карло, дозволяє моделювати широкий спектр можливих сценаріїв, враховуючи випадковий характер ключових змінних, таких як обсяг продажів, витрати, ціни та інші зовнішні фактори. Це дає змогу оцінювати проекти не лише з позиції їхньої економічної доцільності, але й у контексті можливих ризиків та їх впливу на кінцевий результат.

Література:

1. Авраменко В. І., Карімов І. К. Теорія ймовірностей і математична статистика: навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013. 245 с.
2. Бланк І. О. Фінансовий менеджмент: навчальний курс. Київ: Ніка-Центр, 2014. 656 с.
3. Донченко В. С., Сидоров М. В.-С. Теорія ймовірностей та математична статистика для соціальних наук : навчальний посібник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. 400 с.
4. Загородній А. Г., Вознюк Г. Л., Смовженко Т. С. Фінансовий словник. Київ: Товариство КОО «Знання», 2000. 587 с.
5. Кривов'язюк І. В., Пахольчук А. І Процес прийняття господарських рішень та його вплив на ефективність діяльності підприємства. *Ефективна економіка*. 2013. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_4_47.
6. Кропельницька С. О., Цигилик І. І. Аналіз і розробка інвестиційних проектів: навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2008. 174 с.
7. Ліхоузова Т. А. Теорія ймовірностей та математична статистика: курс лекцій. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 300 с.
8. Поддєрьогін А. М. Фінансовий менеджмент: підручник. Київ: КНЕУ, 2005. 535 с.
9. Руденко В. М. Математична статистика: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
10. Салига К. С. Імітаційне моделювання грошових потоків інвестиційних проектів. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. 2016. № 6. С. 82-88. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/drep_2016_6_14.
11. Чепелюк Г. М., Ткаченко К. О. Методи оцінки інвестиційного проекту, які використовуються при банківському інвестиційному кредитуванні. *Ефективна економіка*. 2017. № 10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2017_10_29.
12. Asciglu A. Information asymmetry and investment-cash flow sensitivity. *Journal of Banking & Finance*. 2008. Vol. 32(6). P. 1036–1048. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2007.09.018>.

References:

1. Avramenko, V. I. & Karimov, I. K. (2013) Teoriia ymovirnosti i matematychna statystyka [Probability theory and mathematical statistics]. Dniprodzerzhynsk: DDTU.
2. Blank, I. O. (2014). Finansovyi menedzhment [Financial management]. Kyiv: Nika-Tsentr.
3. Donchenko, V. S. & Sydorov, M. V.-S. (2015). Teoriia ymovirnosti ta matematychna statystyka dlia sotsialnykh nauk [Probability theory and mathematical statistics for social sciences]. Kyiv: VPTs "Kyivskiy universytet".
4. Zahorodnii, A. H., Vozniuk, H. L. & Smovzhenko, T. S. (2000). Finansovyi slovnyk [Financial dictionary]. Kyiv: Tovarystvo KOO "Znannia".
5. Kryvoviazuk, I. V., Pakholchuk, A. I. (2013). Protses pryiniattia hospodarskykh rishen ta yoho vplyv na efektyvnist diialnosti pidpriemstva [The process of making business decisions and its impact on enterprise efficiency]. Efektyvna ekonomika (electronic journal), no. 4. http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_4_47.
6. Kropelnytska, S. O., Tsyhylyk, I. I. (2008). Analiz i rozrobka investytsiinykh proektiv [Analysis and development of investment projects]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury.
7. Likhouzova, T. A. (2018). Teoriia imovirnosti ta matematychna statystyka [Probability theory and mathematical statistics]. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho.
8. Poddierohin, A. M. (2005). Finansovyi menedzhment [Financial management]. Kyiv: KNEU.
9. Rudenko, V. M. (2012). Matematychna statystyka [Mathematical statistics]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury.
10. Salyha, K. S. (2016). Imitatsiine modeliuвання hroshovykh potokiv investytsiinykh proektiv [Simulation modeling of investment projects cash flows]. Derzhava ta rehiony. Seriya: Ekonomika ta pidpriemnytstvo (electronic journal), no. 6, pp. 82-88. http://nbuv.gov.ua/UJRN/drep_2016_6_14.
11. Chepeliuk, H. M. & Tkachenko, K. O. (2017). Metody otsinky investytsiinoho proektu, yaki vykorystovuiutsia pry bankivskomu investytsiinomu kredytuvanni [Methods of investment project evaluation used in bank investment lending]. Efektyvna ekonomika (electronic journal), no. 10. http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2017_10_29.
12. Ascioğlu, A. (2008). Information asymmetry and investment-cash flow sensitivity. Journal of Banking & Finance, vol. 32, no. 6, pp. 1036-1048. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2007.09.018>.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License