

# ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНА ПОЛІТИКА

УДК 330.322.5

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16407741>

ПАРАНИЦЯ Н. В.  
СКЛЯРОВ Д. Г.

## Прогнозування ризиків інвестиційного портфеля з використанням симуляції Монте-Карло

**Предмет дослідження.** В даній статті ми дослідили процес прогнозування ризиків інвестиційного портфеля з використанням симуляційного методу Монте-Карло в умовах динамічного фінансового середовища та невизначеності.

**Методи дослідження.** У дослідженні використано кількісні методи аналізу, зокрема симуляційне моделювання методом Монте-Карло, аналіз історичних даних, сценарний підхід, а також статистичну оцінку ймовірностей і ключових фінансових показників портфеля.

**Результати роботи.** Отримано розподіли ймовірних результатів вартості інвестиційного портфеля за різними сценаріями. Симуляція показала значний потенціал зростання портфеля за умови дотримання довгострокової стратегії та врахування ризиків. Проаналізовано ефективність розподілу активів за світовими індексами, а також виявлено залежність результатів від вибору статистичних параметрів.

**Галузь застосування результатів.** Результати дослідження можуть бути застосовані у сфері фінансового планування, управління інвестиціями, портфельного менеджменту, банківської діяльності та освітніх програм з фінансової аналітики.

**Висновок.** Отримані результати демонструють діапазон можливих майбутніх значень вартості портфеля, що дозволяє інвестору коригувати структуру активів та адаптувати стратегію. Метод Монте-Карло є ефективним інструментом для прогнозування ризиків інвестиційного портфеля. Він дозволяє отримати повніше уявлення про можливі результати інвестування, адаптувати стратегію під ризик-апетит інвестора та підвищити точність фінансового планування. Подальші дослідження можуть включати інтеграцію машинного навчання та використання адаптивних моделей розподілів.

**Ключові слова:** ризик інвестиційного портфеля, симуляційні методи, метод Монте-Карло, активи портфеля, прогнозування ризиків, фінансові інструменти.

NADIYA PARANYTSIA  
DANYIL SKLIAROV

## Forecasting investment portfolio risks using Monte Carlo simulation

**The subject of the study.** In this article, we investigated the process of forecasting investment portfolio risks using the Monte Carlo simulation method in a dynamic financial environment and uncertainty.

**Research methods.** *The study used quantitative analysis methods, in particular, Monte Carlo simulation modeling, historical data analysis, scenario approach, as well as statistical assessment of probabilities and key financial indicators of the portfolio.*

**Work results.** *Distributions of probable outcomes of the value of the investment portfolio under various scenarios were obtained. The simulation showed significant potential for portfolio growth, provided that a long-term strategy is followed and risks are taken into account. The effectiveness of asset allocation according to world indices was analyzed, and the dependence of the results on the choice of statistical parameters was also revealed.*

**Field of application of the results.** *The results of the study can be applied in the field of financial planning, investment management, portfolio management, banking and educational programs in financial analytics.*

**Conclusion.** *The results obtained demonstrate the range of possible future values of the portfolio value, which allows the investor to adjust the asset structure and adapt the strategy. The Monte Carlo method is an effective tool for predicting the risks of an investment portfolio. It allows you to get a more complete picture of possible investment outcomes, adapt the strategy to the investor's risk appetite and increase the accuracy of financial planning. Further research may include the integration of machine learning and the use of adaptive distribution models.*

**Key words:** *investment portfolio risk, simulation methods, Monte Carlo method, portfolio assets, risk forecasting, financial instruments.*

**Постановка проблеми.** У статті досліджено методологічні засади прогнозування ризиків інвестиційного портфеля за допомогою симуляції Монте–Карло. В умовах динамічного фінансового середовища та високої невизначеності традиційні методи оцінки ризиків виявляються недостатніми, що зумовлює актуальність застосування імітаційних підходів. Метод Монте–Карло дозволяє змодельовати широкий спектр можливих сценаріїв розвитку ринку, оцінити ймовірні результати зміни вартості активів та виявити ключові чинники впливу на дохідність і ризик портфеля. Наведено приклад практичного застосування симуляції з використанням реальних фінансових інструментів та проаналізовано результати моделювання, що підтверджують ефективність методу в контексті довгострокового фінансового планування. Авторі підкреслюють необхідність урахування якісних вихідних даних, правильного вибору статистичних розподілів і можливостей подальшого вдосконалення моделей шляхом залучення сучасних аналітичних технологій.

У сучасних умовах динамічного розвитку фінансових ринків та підвищеного попиту на інвестиційну діяльність постає гостра потреба у якісному управлінні ризиками інвестиційного портфеля. Прийняття максимально ефективних рішень щодо структури портфеля потребує глибокого аналізу потенційних ризиків, які можуть виникати внаслідок невизначеності майбутніх доходів та зміни

ринкових умов. Традиційні методи оцінювання ризиків часто виявляються недостатньо гнучкими або не враховують широкий спектр можливих сценаріїв розвитку подій. У цьому контексті особливої актуальності набуває використання симуляційних методів, зокрема симуляції Монте–Карло, який дозволяє моделювати велику кількість можливих сценаріїв зміни вартості активів портфеля та оцінити розподіл потенційних результатів. Проте, попри широке застосування цього підходу у фінансовій практиці, залишаються відкритими питання щодо точності прогнозування, вибору вхідних параметрів моделі, а також інтерпретації результатів моделювання в контексті прийняття управлінських рішень. Таким чином, постає досить гостра проблема щодо вдосконалення методології прогнозування ризиків інвестиційного портфеля шляхом ефективного застосування симуляції Монте–Карло, з урахуванням специфіки фінансових інструментів, рівня ризику інвестора та мінливості ринкового середовища.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання методу Монте–Карло стало предметом досліджень значної кількості науковців. Зокрема, у статті О. Копішинської, Ю. Уткіна та О. Карашової «Застосування методу Монте–Карло для підтримки прийняття рішень щодо розподілу інвестицій» показано переваги використання саме цього методу як одного з найкращих в контексті імітаційного моделювання при

прийнятті зважених управлінських рішень щодо оптимального розподілу інвестицій між підприємствами, враховуючи їх інвестиційну привабливість в умовах стохастичної природи економічних факторів [1]. Також у праці Т. Іваськіва «Актуальність у сучасних реаліях імітаційного моделювання податкової системи методом Монте–Карло» зображено порівняння податкових систем України та Німеччини [2].

**Метою роботи** є виявлення та аналіз ключових проблем, що можуть бути пов'язані з застосуванням методу симуляції Монте–Карло для прогнозування ризиків інвестиційного портфеля, а також запропонувати можливі шляхи їх вирішення та вдосконалення практичного використання даного інструменту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Почати варто з того, що інвестиційний ризик є ймовірністю виникнення непередбачених подій, які в свою чергу можуть призвести до негативних фінансових наслідків для інвестора, включаючи втрату частини або всієї вкладеної суми, отримання нижчої за очікувану прибутковості або недосягнення поставлених інвестиційних цілей. Але важливо зазначити, що існує досить широкий спектр методів оцінки інвестиційного ризику, які варіюються за складністю та інформаційними вимогами. До якісних методів належать аналіз галузі та компанії, оцінка якості управління та бізнес-моделі, а також аналіз політичних та економічних ризиків. Кількісні методи включають статистичний аналіз історичних даних для визначення стандартного відхилення, розрахунок коефіцієнтів бета для оцінки систематичного ризику, використання VaR (Value at Risk) для визначення максимальних потенційних збитків з заданою ймовірністю, сценарний аналіз для оцінки впливу різних гіпотетичних ситуацій, та моделювання Монте–Карло, яке шляхом багаторазових випадкових симуляцій дозволяє отримати розподіл ймовірних результатів та оцінити ризики на основі цього розподілу. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки, і часто для комплексного розуміння ризиків доцільно використовувати комбінацію різних підходів.

У портфельному інвестуванні існує кілька основних підходів до моделювання ризику, кожен з яких має свої особливості та застосування. Одним з базових підходів є історичне моделювання, яке використовує минулі дані про ціни та прибут-

ковість активів для оцінки майбутніх ризиків. Цей метод є досить простим у реалізації, але має певні обмеження, оскільки майбутнє може суттєво відрізнитися від минулого, а екстремальні події можуть бути недостатньо представлені в історичних даних. Також варто звернути свій погляд на параметричне моделювання, що передбачає використання статистичних розподілів для опису поведінки цін активів та їхніх кореляцій. Цей підхід є більш гнучким, але вимагає точнішого визначення параметрів розподілів, що може бути складним у волатильних ринкових умовах. Сценарний аналіз передбачає розробку кількох потенційних сценаріїв розвитку ринку, до яких можна віднести оптимістичний, песимістичний, а також найбільш вірогідний, а також оцінку впливу цих сценаріїв на вартість портфеля. Цей метод дозволяє враховувати нелінійні залежності та якісні фактори, але є суб'єктивним у виборі сценаріїв та їхньої ймовірності. Нарешті, симуляція Монте–Карло представляє собою метод чисельного обчислення, який може застосовуватись у різних галузях, починаючи від наукових, закінчуючи інженерними дослідженнями. В основі цього методу лежить ідея використання випадкових чисел для моделювання ймовірнісних процесів. Він використовує досить велику кількість випадкових значень, щоб оцінити ймовірнісну характеристику реального явища. Метод Монте–Карло застосовується для моделювання процесів і вирішення задач в різних сферах: математиці, фізиці, хімії, економіці, теорії управління [3].

Якщо ми говоримо про базові принципи методу Монте–Карло, то вони ґрунтуються на використанні випадкових чисел та статистичного моделювання для розв'язання складних проблем, які можуть мати багато можливих результатів. Основним принципом є випадкова вибірка: замість детермінованого розрахунку, метод генерує велику кількість випадкових значень для вхідних змінних на основі заданих ймовірнісних розподілів. Другим важливим принципом є багаторазове моделювання: кожна випадкова вибірка вхідних змінних використовується для проведення одного «експерименту» або симуляції, в результаті чого отримується одне можливе значення вихідної змінної. Третім принципом є агрегація результатів: після проведення великої кількості симуляцій, отримані значення вихідної змінної агрегуються для формування ймовірнісного роз-

поділу. Таким чином, метод Монте–Карло перетворює досить складну проблему з невизначеними вхідними даними на зрозумілу статистичну задачу шляхом багаторазового випадкового моделювання та аналізу отриманих розподілів.

Використання симуляції Монте–Карло в контексті інвестиційного прогнозування має ряд значних переваг. По–перше, вона дозволяє враховувати такі аспекти, як невизначеність та випадковість фінансових ринків, моделюючи достатньо широкий спектр можливих майбутніх сценаріїв, на відміну від традиційних методів, які часто базуються на одноточкових прогнозах або історичних середніх значеннях. По–друге, метод Монте–Карло здатний опрацьовувати складні взаємозв'язки та нелінійні залежності між різними активами в портфелі, а також враховувати вплив різних факторів ризику одночасно. По–третє, він надає повний розподіл ймовірних майбутніх значень вартості портфеля або інших фінансових показників, а не лише точковий прогноз, що дозволяє інвесторам краще розуміти потенційний діапазон результатів та ймовірність екстремальних подій.

Якщо ми говоримо про практичне застосування методу Монте–Карло, то він передбачає три основні кроки:

Налаштувати прогностичну модель, визначивши як залежну змінну, яку потрібно спрогнозувати, так і незалежні змінні, які безпосередньо керуватимуть прогнозом.

Вказати розподіли ймовірностей незалежних змінних. Слід використовувати історичні дані та/або суб'єктивне судження аналітика, щоб визначити діапазон ймовірних значень і призначити вагу ймовірності для кожного.

Повторно запускати моделювання, генеруючи випадкові значення незалежних змінних. Робити це варто, доки не буде зібрано достатньо результатів, щоб скласти репрезентативну вибірку з майже нескінченної кількості можливих комбінацій.

Практична реалізація моделі аналізу інвестиційного портфеля вимагає максимально ретельного збору та аналізу даних про активи, включаючи їхні історичні ціни, фінансові показники та кореляцію, з урахуванням можливих макроекономічних факторів. Потім проводиться симуляція методом Монте–Карло, генеруючи велику кількість сценаріїв для оцінки майбутньої вартості портфеля, з використанням різних статистичних розподілів та врахуванням волатильності. Аналіз результатів симуляції включає розрахунок ключових статистичних показників, таких як

### Конфігурація імітаційної моделі

Тип планування <sup>?</sup>	Багатоступенева
Роки до пенсії <sup>?</sup>	20
Роки глісади <sup>?</sup>	10
Тип портфоліо <sup>?</sup>	Класи активів
Початкова сума <sup>?</sup>	20000 .00
Період моделювання в роках <sup>?</sup>	30
Податковий режим <sup>?</sup>	Повернення до оподаткування
Імітаційна модель <sup>?</sup>	Історичні повернення
Використовуйте повну історію <sup>?</sup>	так
Модель Bootstrap <sup>?</sup>	Однорічний
Послідовність повернення ризику <sup>?</sup>	Жодних коригувань
Модель інфляції <sup>?</sup>	Історична інфляція
Ребалансування <sup>?</sup>	Перебаланс щорічно
Інтервали <sup>?</sup>	За замовчуванням

**Рисунок 1. Візуалізатор портфоліо Огляд моделювання Монте–Карло [4].**

## ІННОВАЦІЙНО–ІНВЕСТИЦІЙНА ПОЛІТИКА

середня дохідність, ризик та VaR, а також проведення стрес–тестування. На основі цього аналізу інтерпретуються ризики та надаються рекомендації щодо оптимізації структури портфеля, включаючи диверсифікацію, хеджування та ребалансування, з метою зменшення ризику та збільшення дохідності, враховуючи індивідуальні цілі та ризик–апетит інвестора.

Моделювання Монте–Карло дозволяє симулювати тисячі можливих сценаріїв розвитку інвестиційного портфеля, базуючись на випадкових змінних: ринкові прибутки, інфляція, витрати, податки, тощо.

Це дає змогу оцінити ймовірність досягнення фінансових цілей, таких як вихід на пенсію, купівля нерухомості чи оплата освіти дітей.

Постановка задачі наприклад ми маємо початковий капітал 20 тис. доларів, горизонт інвестування 30 років рис.1.

Огляд моделювання Монте–Карло [4].

Вибираємо наші тикери рис.2., долі розставимо згідно світових індексів: Vanguard Total Stock Market ETF (VTI) – 60%, Vanguard FTSE Developed Markets ETF (VEA) – 30%, Vanguard FTSE Emerging Markets ETF (VWO) – 10%.

Відповідно запускаємо симуляцію і отримуємо розширений аналіз нашого портфеля таблиця 1.

Зведена статистика продуктивності портфеля дає дохідність, а саме номінальна зважена норма прибутку коливається від 3,96% (10–й перцентиль) до 12,89% (90–й перцентиль) та реальна норма прибутку (з урахуванням інфляції) має діапазон 1,45% – 10,12%. З наведеного прикладу можемо зробити висновок, що портфель має потенціал до значного зростання, проте залежить від ринкових умов, який ілюструє результати моделювання зміни вартості інвестиційного портфеля протягом 30 років на основі симуляції Монте–Карло. (рис.3).

Ризики великі, особливо в коротко– та середньостроковій перспективі – що підкреслює важ–

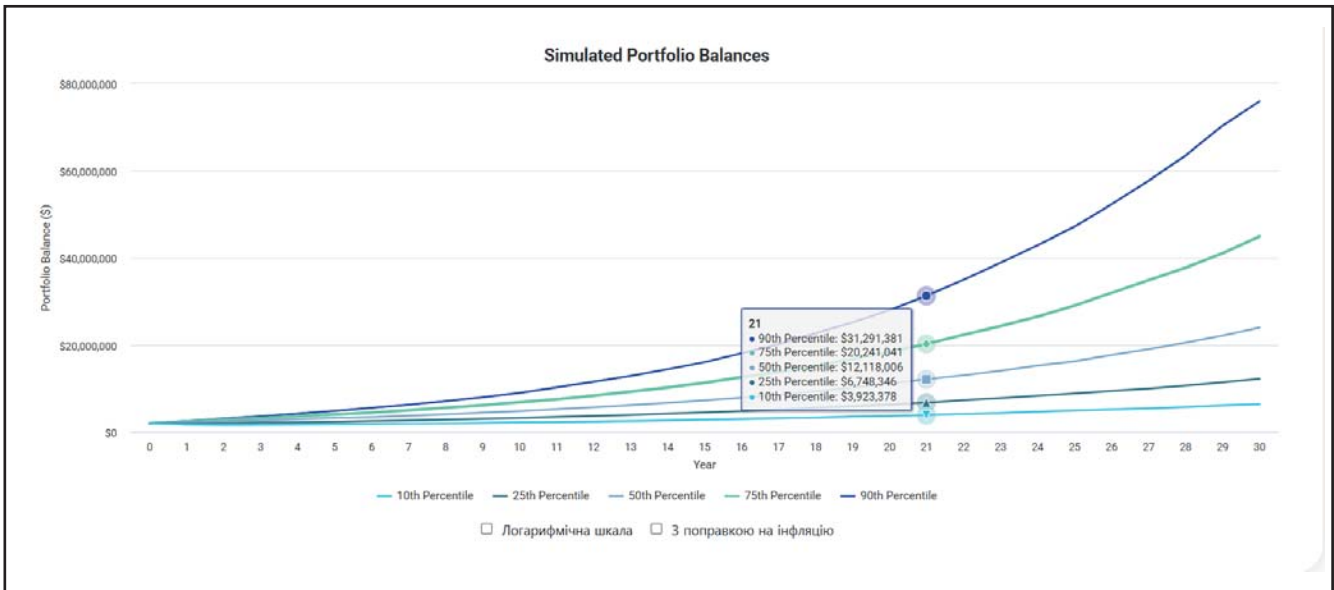
Розпочати портфоліо		Виділення	
Актив 1	Vanguard Total Stock Market ETF (VTI)	60	%
Актив 2	Vanguard FTSE Developed Markets ETF	30	%
Актив 3	Vanguard FTSE Emerging Markets ETF (	10	%

**Рисунок 2. Обрані тикери моделювання Монте–Карло [4].**

**Таблиця 1. Зведена статистика**

	10–й про- центиль	25–й про- центиль	50–й про- центиль	75–й про- центиль	90–й про- центиль
Зважена за часом норма прибутку (номінальна)	3,96%	6,22%	8,64%	10,93%	12,89%
Зважена за часом норма прибутку (реальна)	1,45%	3,63%	5,95%	8,19%	10,12%
Кінцевий баланс портфеля (номінальний)	6 418 734 доларів США	\$12 235 291	24 007 258 доларів США	44 937 367 доларів США	75 942 850 доларів США
Кінцевий баланс портфеля (реальний)	3 078 465 доларів США	5 835 788 доларів США	11 311 229 доларів США	21 201 029 доларів США	36 055 802 доларів США
Середній річний дохід (номінальний)	5,92%	7,96%	10,11%	12,20%	14,00%
Річна волатильність	13,80%	14,48%	15,29%	16,08%	16,80%
Коефіцієнт Шарпа	0,18	0,31	0,47	0,62	0,75
Коефіцієнт Сортіно	0,24	0,44	0,67	0,91	1,15
Максимальна просадка	–64,69%	–55,00%	–45,80%	–37,88%	–29,98%
Безпечний рівень вилучення	3,53%	5,04%	7,14%	9,59%	11,85%
Постійна швидкість вилучення	1,43%	3,51%	5,61%	7,57%	9,19%

Джерело: розраховано авторами на основі даних [4].



**Рисунк 3. Симульований баланс портфеля Монте-Карло [4].**

лівість довгострокової стратегії. Планування з урахуванням «гірших сценаріїв» (25-й перцентиль) критично важливе для уникнення фінансових проблем. Моделювання Монте-Карло дозволяє чітко оцінити ймовірності досягнення фінансових цілей та адаптувати пенсійні стратегії. Ці дані ілюструють можливий діапазон фінансових результатів залежно від сценарію розвитку ринку. Найвища лінія вказує на найкращий прогноз, найнижча – на найгірший.

### Висновки

Дослідження продемонструвало високу ефективність методу Монте-Карло для аналізу ризиків інвестиційного портфеля, дозволяючи отримати широкий спектр можливих сценаріїв та виявити ключові активи, що впливають на ризик і дохідність. Практичне значення такої симуляції полягає в її здатності оцінювати ризики та прогнозувати дохідність в умовах невизначеності, враховуючи складні взаємозв'язки між активами. Проте, точність результатів залежить від якості даних та вибору статистичних розподілів, тому подальші дослідження можуть зосередитися на врахуванні поведінкових факторів, динамічних змін ринку, використанні машинного навчання та розширенні моделі для інших типів активів.

### Список використаних джерел:

1. Олена П. Копішинська, Юрій В. Уткін, Ольга Г. Карташова. Застосування методу монте-карло для підтримки прийняття рішень щодо розподілу інвести-

цій. *Актуальні проблеми економіки* #5(191), с. 199 – 207. 2017

2. Т.Іваськів. Актуальність у сучасних реаліях імітаційного моделювання податкової системи методом Монте-Карло. III міжнародна науково-практична конференція учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства». 2022.

3. Огінський Є., Огінський Є. Метод Монте-Карло у моделюванні процесів управління персональними фінансами. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/01/28.pdf>

4. Портфоліо метод Монте-Карло. URL: <https://www.portfoliovisualizer.com/financial-goals#analysisResults>

### References:

1. Olena P. Kopishyns'ka, Yuriy V. Utkin, Ol'ha H. Kartashova (2017). Zastosuvannya metodu monte-karlo dlya pidtrymky pryynyattya rishen' shchodo rozpodilu investytsiy. [Application of the monte carlo method to support decision making on investment allocation]. *Aktual'ni problemy ekonomiky* #5(191), s. 199 – 207. [in Ukrainian].

2. T.Ivas'kiv (2022). Aktual'nist' u suchasnykh realiakh imitatsiynoho modelyuvannya podatkovoyi systemy metodom Monte-Karlo. [Relevance in modern realities of simulation modeling of the tax system using the Monte Carlo method]. III mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya uchenykh ta studentiv «Tsyfrova ekonomika yak faktor innovatsiy ta staloho rozvytku suspil'stva». [in Ukrainian].

3. Ohins'kyy Ye., Ohins'kyy Ye. Metod Monte-Karlo u modelyuvanni protsesiv upravlinnya personal'nymy fi-

nansamy. [Monte Carlo method in modeling personal finance management processes]. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/01/28.pdf> [in Ukrainian].

4. Portfolio metod Monte–Karlo. [Portfolio Monte Carlo method]. URL: <https://www.portfoliovisualizer.com/financial-goals#analysisResults>

#### Дані про авторів

##### **Параниця Надія Володимирівна,**

к. е. н., доцент кафедри економічної політики, маркетингу та бізнес–аналітики, Державний податковий університет

<https://orcid.org/0000-0003-3682-4979>

e-mail: [n\\_paranytsya@ukr.net](mailto:n_paranytsya@ukr.net)

##### **Склярів Даниїл Геннадійович,**

здобувач вищої освіти факультету податкової справи, обліку та аудиту, Державний податковий університет  
<https://orcid.org/0009-0002-5805-8785>  
e-mail: [danyil.skliarov@dpu.edu.ua](mailto:danyil.skliarov@dpu.edu.ua)

#### Data about authors

##### **Nadiia Paranytsia,**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Policy, marketing and business analytics, State Tax University

e-mail: [n\\_paranytsya@ukr.net](mailto:n_paranytsya@ukr.net)

##### **Danyil Skliarov,**

applicant for higher education of the first (bachelor's) level State Tax University

e-mail: [danyil.skliarov@dpu.edu.ua](mailto:danyil.skliarov@dpu.edu.ua)

УДК 658:004.9

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16407932>

ШЕВЧЕНКО С. Б.

## Інструменти формування конкурентної стратегії підприємства в умовах смарт–економіки

**Предметом дослідження** є теоретичні та практичні аспекти основних інструментів формування конкурентної стратегії підприємства в умовах смарт–економіки.

**Метою дослідження** є визначення основних інструментів формування конкурентної стратегії підприємства в умовах смарт–економіки.

**Методи дослідження.** Використано такі методи: аналізу і синтезу – для вивчення сучасних тенденцій смарт–економіки; індукції та дедукції – для узагальнення теоретичних підходів щодо формування конкурентних стратегій; абстрагування – для виділення ключових аспектів впливу смарт–економіки на конкурентну стратегію підприємства; класифікація – для структурування інструментів формування конкурентних стратегій; таблично–графічний – для наочності сприйняття.

**Результати роботи.** Встановлено, що смарт–економіка, яка базується на використанні інноваційних технологій та цифрових платформ створює як нові можливості для підприємств, так і додаткові загрози. Визначено, що основною проблемою є недооцінка значення інтеграції інноваційних інструментів у формування конкурентної стратегії. Доведено, що формування конкурентної стратегії підприємства в умовах смарт–економіки полягає в необхідності адаптації бізнес–моделей до нових умов, використанні сучасних інструментів стратегічного планування, інтеграції інноваційних технологій у всі аспекти діяльності та розвитку цифрових компетенцій персоналу, що вимагає розробки комплексного підходу, який включатиме аналіз ринку, вибір оптимальних інструментів і методів стратегічного управління, а також створення умов для їх ефективної реалізації.

**Галузь застосування результатів.** Економіка, конкурентоспроможність підприємства, смарт–економіка, конкурентні стратегії, цифрова економіка.

**Висновки.** Встановлено, що формування конкурентної стратегії підприємства в умовах смарт–економіки вимагає використання сучасних інструментів, які базуються на інноваційних підходах, цифрових технологіях та аналітичних даних. Смарт–економіка передбачає активну інтеграцію цифрових рішень, автоматизацію процесів і впровадження штучного інтелекту, що значно змінює традиційні методи управління бізнесом. Основними інструментами для формування конкурентної стратегії було визначено: інструменти аналізу ринку та конкурентного середовища; технологічні інструменти; маркетингові інструменти; інструменти інноваційного розвитку. Доведено, що фор–