

пройшли державну експертизу у сфері захисту інформації;

- проведення навчань співробітників ОКІ з питань інформаційної та кібербезпеки.

Список літературних джерел.

1. The Open Source Security Testing Methodology Manual. URL: <https://www.isecom.org/OSSTMM.3.pdf>.
2. Penetration testing execution standard. URL: <http://www.pentest-standard.org>.
3. Technical Guide to Information Security Testing and Assessment. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-115.pdf>.
4. OWASP Testing Guide v4. URL: https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/assets/archive/OWASP_Testing_Guide_v4.pdf.
5. Кібератака на енергетичні компанії України. URL: <https://cutt.ly/GhmtxVf>.
6. TLP: White Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid. URL: https://ics.sans.org/media/E-ISAC_SANS_Ukraine_DUC_5.pdf.
7. Хакерські атаки в Україні (2017). URL: <https://cutt.ly/ohmtvta>.

УДК 004.056

*Курдупов О. Л., студент 3 курсу
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
Потанова Н. А., доцент, доцент кафедри
інформаційних технологій*

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ АНАЛІЗУ ПРОЕКТНИХ РИЗИКІВ

Донецький національний університет імені В. Стуса, м. Вінниця

Вперше опис методу Монте-Карло з'явився в 1949 р. у статті американських математиків Дж. Нейманата С. Улама "The Monte Carlo Method". Назва методу походить від міста Монте-Карло, відомого своїми казино, адже саме рулетка є найпростішим "генератором випадкових чисел", на роботі якого засновано сам метод. Область застосування методу Монте-Карло досить широка: від розрахунку систем масового обслуговування до обчислення інтегралів від складних функцій.

Схема використання методу Монте-Карло для кількісного аналізу проектних ризиків включає певну кількість етапів, реалізація яких дозволяє використати комп'ютерний експеримент в оцінці непередбачуваних результатів. На першому етапі будується модель залежності, що характеризує проект результуючого показника від різних змінних та параметрів проекту. Ті фактори, значення яких можуть змінюватися, є змінними та моделюються випадковими величинами. А ті фактори, значення яких є постійними впродовж життєвого циклу проекту, є параметрами та моделюються константами. Як висновок,

результуючий показник представляє собою випадкову функцію багатьох змінних. При проведенні чергової імітації модель перераховується, і результати всіх експериментів об'єднуються в єдину вибірку значень результуючого показника. На останньому етапі ця вибірка аналізується за допомогою статистичних методів.

Рішення щодо ефективності конкретного інвестиційного проекту приймається на основі аналізу значень різних таких показників: NPV, IRR, DPP, PI та інші. При цьому дані показники розраховуються для базового варіанта інвестиційного проекту, реалізація якого найбільш вірогідна. Для їх розрахунку будується прогнозована модель фінансових потоків проекту, яка слугує моделлю прийняття рішень в умовах визначеності – при виконанні передумов базового варіанту. Незважаючи на те, що обраний проект є найімовірнішим, прийняття всіх передумов призводить до значного спрощення дійсності, оскільки реальні фінансові потоки завжди відрізняються від прогнозованих. Розбіжність, яка виникає між ними уже при запуску проекту з кожним етапом його реалізації в середньому зростає. Різні негативні події можуть призвести до значних додаткових витрат, що зумовить перевищення прогнозованих потоків над реальними і, навпаки, реальні грошові потоки можуть перевищити прогнозовані. Одною із найпоширеніших причин такої «сприятливої» розбіжності є ситуація перебільшення оцінок, яка пов'язана з тим, що при оцінці витрат більшість людей схильна їх завищувати, побоюючись недооцінки більше, ніж переоцінки. Будь-яка розбіжність між прогнозованими та реальними грошовими потоками є негативним фактором для управління як проектом в цілому, так і його ризиками, також звичайною умовою є стійкість тимчасових та вартісних оцінок проекту у будь-якій ситуації. Інакше кажучи, проект має бути стійким до змін довкілля, як сприятливим, так і несприятливим.

Імітаційне моделювання за допомогою методу Монте-Карло дозволяє оцінити стійкість проекту завдяки чисельній оцінці ризику. Воно не виключає попереднього здійснення стандартних інвестиційних розрахунків, а, навпаки, спирається на них та уточнює їх результати. Якісна (що є необхідною умовою) вихідна модель інвестиційного проекту є основою проведення результативного імітаційного моделювання. Результати порівняльного аналізу двох методів оцінки ефективності інвестиційних проектів (метода Монте-Карло і метода стандартних інвестиційних розрахунків) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Стандартні інвестиційні розрахунки та аналізи ризику методом Монте-Карло

Характеристика	Класичний метод (стандартні розрахунки)	Метод Монте-Карло
Змінні	Детерміновані величини	Випадкові величини з заданими законами розподілу
Модель	Грошових потоків	Грошових потоків
Алгоритм	Розрахунок єдиного прогнозованого сценарію реалізації проекту	Розрахунок великої кількості сценаріїв реалізації проекту при різних реалізаціях

		змінних
Результат	Конкретне значення інтегрального показника ефективності проекту	Емпіричний розподіл ймовірностей інтегрального показника ефективності проекту

Джерело: узагальнено авторами на основі [2, 3]

Основною відмінністю методу Монте-Карло від інших способів кількісного аналізу ризиків є відмова від детермінованості параметрів моделі та їх подання у вигляді випадкових величин. Це вводить в модель ймовірну невизначеність і дозволяє застосувати до її аналізу методи теорії ймовірностей та математичної статистики.

В порівнянні з методом аналізу чутливості, де не враховується наявність кореляції між складовими проекту, в методі Монте-Карло кореляція моделюється різними методами і враховується в моделі. Також з'являється можливість одночасно моделювати випадкові зміни кількох складових проекту з урахуванням кореляції, на відміну від методу аналізу чутливості [1].

Якщо порівнювати з методом аналізу сценаріїв, то при реалізації алгоритму метода Монте-Карло сценарії випадкові і формуються автоматично. Аналіз сценаріїв потребує відбір і аналітичну обробку інформації для створення декількох сценаріїв. Також при імітаційному моделюванні сценарії формуються, виходячи з діапазонів можливих змін випадкових величин і підібраних законів розподілу [2].

Аналіз ризиків методом Монте-Карло складається з наступних основних етапів:

1. Визначення змінних, що включаються в модель, на основі якісного аналізу ризиків проекту.
2. Підбір ймовірного розподілу кожної змінної.
3. Визначення взаємозалежності між змінними.
4. Здійснення імітацій.
5. Аналіз результатів.

Рішення про включення/невключення змінної приймається на основі аналізу чутливості проекту видозмін змінної, ступеню невизначеності змінної та експертних думок щодо ваги її впливу на результуючий показник ефективності. Процес визначення змінних-ризиків починається зі складання рейтингу чутливості результуючого показника проекту до модифікації змінної.

Підбір ймовірного розподілу здійснюється для кожної змінної, включеної до моделі на попередньому кроці. Основними методами підбору є експертний спосіб та перевірка узгодженості вибіркового даних з апроксимованим законом розподілу. Точність підбору розподілу збільшується зі зростанням обсягу вибірки, що доводить необхідність проведення великої кількості імітацій.

Визначення взаємозалежності між змінними потрібно для отримання незміщених результатів моделювання. Включення в модель зв'язаних змінних без урахувань характеру їх залежності (ймовірнісного, функціонального) може призвести до серйозних спотворень одержаних результатів.

Здійснення імітацій є ключовим етапом, під час якого за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення реалізується алгоритм методу Монет-Карло, що полягає у багаторазовому виконанні послідовності наступних кроків [3]:

1. Генерування вибірки (об'єму, що збігається з числом змінних моделі) із рівномірного розподілу.
2. Пошук значень кожної незалежної змінної шляхом розрахунку зворотної функції розподілу отриманого випадкового числа.
3. Пошук значень залежних змінних на підставі обраного в моделі способу обліку залежності.
4. Розрахунок значення інтегрального показника ефективності.

Аналіз результатів є останнім етапом процесу аналізу ризику інвестиційного проекту. Існують два основні способи оцінювання: графічний аналіз та аналіз кількісних показників.

Для проведення графічного аналізу необхідно побудувати емпіричну функцію розподілу та гістограму, які в кожній точці є найкращими оцінками функції розподілу і щільності результуючого показника [4].

Для проведення аналізу кількісних показників проводиться розрахунок різних характеристик отриманого результуючого показника, що описують його середнє значення та варіацію. Найбільш значимими є такі показники, як очікуване значення EV (expected value), очікуваний виграш EG (expected gains), очікувані втрати EL (expected losses), коефіцієнт очікуваних втрат ELR (expected loss ration), дисперсія та середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, оцінка ймовірності реалізації неефективного проекту, ймовірність реалізації проекту зі значенням результуючого показника нижче порогового рівня.[3]

Підсумовуючи, можна відзначити, що для аналізу результуючого показника за результатами імітаційного моделювання оптимальним є використання поєднання показника ефективності (як правило, очікуваного значення) і показника ризикованості (як правило, ймовірності реалізації неефективного проекту чи коефіцієнта очікуваних втрат).

Список літературних джерел.

1. Тянь Р.Б., Холод Б.І., Ткаченко В.А.. Управління проектами: Навч. посібн. Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління, бізнесу та права, 2000. 224 с.
2. Лактіонов Є, Андрєєва Л. О. Методи оцінки ризиків проекту. Прагматизм у підготовці майбутніх підприємців: матеріали III науково-практичної конференції (м. Мелітополь, 20 травня 2021 р.). Мелітополь: ТДАУ, 2021. С. 93-95.
3. Хіоні Г.О. Методичні підходи до оцінок ефективності інвестицій у майнові об'єкти агробізнесу. Ефективна економіка. 2019. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7016> (дата звернення: 05.12.2021). DOI: 10.32702/2307-2105-2019.4.150
4. Осовська Г.В., Фіщук О.Л., Жалінська І.В. Стратегічний менеджмент: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.]. К.: Кондор, 2003. 376 с.