

## МЕТОДИ МОНТЕ-КАРЛО ЯК ОДНА З ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ РИЗИКУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Непередбачуваність тенденцій сучасного бізнес-оточення породжує необхідність вивчення технологій прийняття рішень з урахуванням можливих ризиків, оскільки поняття сучасного ризику формує три основні фактори. Серед них: невизначеність подій (ризик існує при множинності варіантів розвитку подій); збитки (независне скорочення вартості при реалізації небезпек); небайдужість (ризик має зачіпати інтереси конкретного суб'єкта діяльності).

Метою управління ризиками для власника бізнесу при цьому є забезпечення очікування у частині вартості бізнесу, зберігши його здатність до генерування грошей. Тому актуальним є досконале вивчення технологій аналізу ризику.

Статистичне моделювання широко застосовується для вирішення завдань в різних областях людського знання, а саме: це завдання щодо числового інтегрування, розрахунків в системах масового обслуговування, розрахунків якості та надійності виробів, задач теорії ігор, задач динаміки розрідженого газу, дискретної оптимізації, завдань фінансової математики та ін. Частина цих завдань мають очевидну ймовірнісну природу, а частина являють собою приклад застосування ідей статистичного моделювання для дослідження математичних моделей об'єктів, що не мають такої. Методами статистичного моделювання або ж методами Монте-Карло є такі методи обчислювальної та прикладної математики, які засновані на моделюванні випадкових величин і побудові статистичних оцінок для величин, що потрібно знайти.

Щодо історії виникнення назви «Методи Монте-Карло», то цікаво знати наступне. Деякі експерименти з використання методу статистичних випробувань проводилися досить давно. Так, ще французький натураліст Бюффон виконував експерименти по обчисленню числа  $\pi$  шляхом підкидання голки і обчислення частоти перетину голки однієї з паралельних прямих.

У 1930 році Е. Фермі використовував те, що зараз носить назву методів Монте-Карло, в дослідженні нейтронних потоків. Пізніше, він розробив «Fermiac», механічний пристрій, що використовувалося в обчисленнях в задачах ядерної фізики. Справжнє поширення ідей, пов'язаних з подібними методами, стало реальністю з початком ери обчислювальної техніки, яка дозволила проводити комп'ютерні експерименти, в тому числі і з отримання випадкових чисел. Першопрохідцями методів Монте-Карло прийнято вважати американських математиків Стенлі Улама, Джона фон Неймана і Ніколааса Метрополіса. У 40х роках ХХ століття Джон фон Нейман заклав основу методів Монте-Карло, створивши математичний базис для функцій щільності ймовірності, інтегральних функцій зворотного розподілу та генераторів псевдовипадкових чисел. Дослідження виконувалися у тісній співпраці зі Стенлі Уламом, вважається, що саме він першим усвідомив і просунув в маси ідею про необхідність комп'ютера для виконання обчислень за методами Монте-Карло.

Походження назви методів пов'язане з однойменним містом в Монако, де розташовані одні з найвідоміших казино в світі. Випадкові числа і їх генерація складають «серце» методів Монте-Карло, рулетка казино - один з найбільш простих приладів для генерації випадкових чисел. Датою народження методів Монте-Карло прийнято вважати саме 1949, коли з'явилася стаття Улама і Метрополіса «Метод Монте-Карло». Як це часто бувало в історії науки, основним спонукальним чинником у розвитку статистичного моделювання стали військові дослідження на замовлення Міністерства оборони США. Далі ці дослідження не стали носити секретного характеру, а результати були успішно впроваджені в різних областях, завдяки спільності схеми методу і відсутності прив'язки до конкретного об'єкта або предметної області.

Ще один цікавий факт пов'язаний з тим, що деякі випадкові методи обчислень і проведення експериментів розроблялися та застосовувалися в часи появи перших електронно-обчислювальних машин. Основна різниця методів Монте-Карло з ранніми дослідженнями в області статистичного моделювання полягає в наступному: моделювання за даною методикою перевернуло стандартні уявлення про те, як потрібно вирішувати задачу, використовуючи засоби теорії ймовірності та математичної статистики. Так, раніше передбачалося, що необхідно вивчити детерміновану проблему, а потім використовувати імітацію, щоб перевірити зроблені раніше викладки. У моделюванні за методами Монте-Карло передбачається необхідність дослідження детермінованої проблеми і пошуку її стохастичного аналогу. Ця ідея стала загальним принципом вирішення завдань різної природи, завдяки фон Нейману, Метрополісу і Уламу.

На сьогоднішній день зазначені методи покликані оцінити ризик проекту або ж діяльності підприємства шляхом випадкового перебору значень невизначених факторів відповідно до завданих розподілів ймовірностей, що категорично відрізняє дані методи від сценарного аналізу. Під час застосування даного методу моделюється велика кількість сценаріїв, але результати кожного аналізуються не відокремлено, а в сукупності: за допомогою датчика випадкових чисел створюються набори значень невизначених параметрів, після чого до кожного набору розраховують цільовий показник. Під час моделювання статистично оцінюється розподіл ймовірностей цільового показника, що дає змогу оцінити ризик (в даному випадку – кількісно).

Важливо зазначити, що для застосування методів Монте-Карло необхідним є використання ЕОМ та спеціалізованого програмного забезпечення. Серед таких варто відмітити такі програмні продукти як @RISK та Oracle Crystal Ball.

@RISK виконує аналіз ризиків з використанням моделювання за методом Монте-Карло. Завдання програмного комплексу - продемонструвати споживачу продукту якомога більше результатів у моделі на базі електронної таблиці, показуючи ймовірність кожного з них. Програма з повною об'єктивністю обчислює і відстежує безліч можливих майбутніх сценаріїв й видає пов'язані з ними ймовірності та ризики. Таким чином, можна оцінити, на які ризики готовий піти суб'єкт господарювання і яких краще уникнути, приймаючи краще рішення в умовах невизначеності. @RISK також дозволяє спланувати найкращі стратегії управління ризиками. Це можливо завдяки інтеграції модуля RISKOptimizer, який об'єднує моделювання за методом Монте-Карло з останніми технологіями пошуку рішень для оптимізації будь-яких електронних таблиць з невизначеними значеннями.

Використовуючи генетичні алгоритми або механізм OptQuest разом з функціями @RISK, модуль RISKOptimizer допомагає визначити кращий розподіл ресурсів, оптимальний розподіл активів, найефективніший розклад і багато іншого. Oracle Crystal Ball - це одне з кращих табличних додатків для предиктивного моделювання, прогнозування, моделювання та оптимізації. Пакет надає унікальні можливості аналізу критичних чинників, що впливають на рівень ризику. Crystal Ball допомагає приймати тактичні рішення для досягнення поставлених цілей і роботи в умовах високого рівня невизначеності ринкових факторів.

Варті уваги і нові інструменти для обчислення кореляцій, аналізу чутливості, апроксимації розподілу та точні засоби управління, що забезпечують більш якісний аналіз. Рішення Crystal Ball володіє достатньою потужністю для того, щоб забезпечити отримання необхідної інформації з мінімальними зусиллями. Пропоноване рішення дозволяє швидко і без зусиль створювати графіки та звіти. Готові звіти детально ілюструють різні припущення та підсумкові прогнози, підкріплені статистичними даними, істотно полегшуючи прийняття рішення керівниками усіх щаблів управління. Оскільки виконання будь-якої операції пов'язане з потенційним ризиком, Crystal Ball може охопити будь-яку сферу господарювання та галузь знань. Всі користувачі цілком покладаються на функціональні можливості продукту, що допомагає розібратися в незрозумілих моментах і прийняти аргументоване зважене та вчасне рішення, уникнути помилок та загроз.

Загальний алгоритм моделювання при використанні Oracle Crystal Ball буде мати наступний вигляд:

- 1) Підготовка моделі, яка здатна прогнозувати;
- 2) Відбір ключових змінних проекту;
- 3) Вибір розподілу ймовірностей для змінних ризику та призначення числових характеристик для розподілу ймовірностей;
- 4) Встановлення відношень корелюючи змінних;
- 5) Генерування випадкових сценаріїв, заснованих на виборі припущень;
- 6) Статистичний аналіз результатів моделювання.

Таким чином, розглянуті методи дозволяють провести кількісний аналіз ризику та є незамінним інструментом прийняття якісних рішень.