

Гарматина Ирина Александровна, студентка,
4 курс факультета математики и информационных технологий
Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева
e-mail: ira_garm@mail.ru

Маркитантов Максим Викторович, студент,
4 курс факультета математики и информационных технологий
Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева
e-mail: m.markitantov@yandex.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ - КАРЛО
ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА**

Аннотация: В статье рассматривается имитационное моделирование с применением метода Монте-Карло, необходимость в котором возникает при высокой степени неопределенности и стохастичности процессов, присущих инновационным проектам.

Ключевые слова: имитационное моделирование, метод Монте-Карло, управление рисками, стохастические процессы, инновации, распределение вероятности.

Abstract: The article describes simulation modeling using the Monte-Carlo method which is needed when there are high degrees of uncertainty and stochastic processes inherent in innovation projects.

Keywords: simulation modeling, Monte-Carlo method, risk management, stochastic processes, innovation, probability distribution.

Конкурентоспособность предприятия в наше время зависит от его инновационного потенциала. Особенно это проявляется в научно-технической сфере, где темпы прогресса наиболее значительны. Чем эффективнее происходит управление процессами жизненного цикла инноваций, стоимостными и временными показателями, его финансовыми рисками, тем экономнее и эффективнее само производство. Поэтому все больше исследований ведется в этой области, что делает данную тему чрезвычайно актуальной.

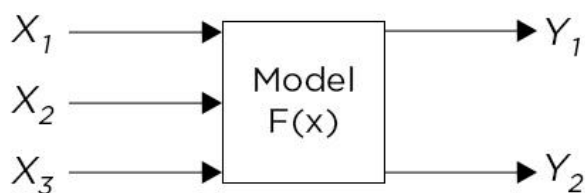
Учитывая сложность и стохастический характер инновационных процессов, наиболее эффективным инструментом их исследования является имитационное моделирование, которое позволяет предвидеть риски проекта [2]. Использование имитационного моделирования позволяет изучать сложные недетерминированные ситуации, в которых затруднено применение аналитических методов. При имитационном моделировании удобно пользоваться методом Монте-Карло [1; 5].

Метод Монте - Карло генерирует значения переменной, используя генератор случайных чисел в интервале от 0 до 1, а также использует кумулятивную функцию распределения, связанную с этой стохастической переменной [6].

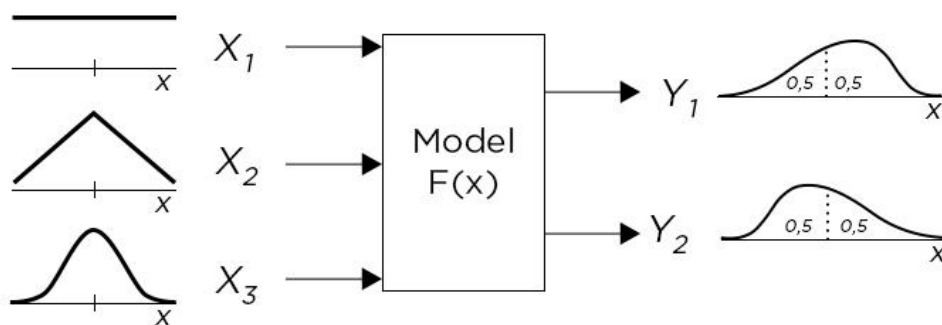
Алгоритм метода состоит из пяти шагов:

1. Создание параметрической модели, $y = f(x_1, x_2, \dots, x_q)$;
2. Генерация случайного набора данных, $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq}$;
3. Расчет и сохранение результатов как y_i ;
4. Повторение этапов 2 и 3 от $i = 1$ до n ($n \geq 1000$);
5. Анализ результатов с использованием гистограмм, доверительных интервалов и других статистических показателей, полученных в результате моделирования и т. д.

Фундаментальное различие между детерминированными и стохастическими моделями показано на рисунке 1.



а) детерминированная модель



б) стохастическая модель

Рисунок 1 – Детерминированная и стохастическая модели

Детерминированная модель устанавливает набор входных переменных, которым ставится в соответствие набор выходных переменных. В стохастической модели входные переменные описываются случайным распределением, и результат будет случайным, как правило, используя нормальное распределение или треугольное. Это основной принцип моделирования методом Монте-Карло [6].

Ключевыми параметрами риска инвестиционного проекта являются стоимость и длительность проекта, рассмотрим первый из них [3].

Для оценки риска превышения стоимости проекта использовалась следующая аналитическая модель:

1. Стоимость проекта была разделена на шесть компонентов (Таблица 1):

1.1. Внешнеторговые товары, то есть те, что могут быть проданы на международном рынке (оборудование и т. д.).

1.2. Товары, которые не могут быть проданы на международном рынке (арендная плата, местное сырье, вода и др.).

1.3. Заработная плата квалифицированного работника.

- 1.4. Заработная плата неквалифицированного работника.
- 1.5. Затраты на приобретение или аренду земли.
- 1.6. Трансфертные платежи.

2. Генерация случайных переменных в соответствии с треугольным распределением, минимальные и максимальные значения которых представлены в таблице 2;

- 3. Проведение расчетов для 1000 симуляций;
- 4. Результаты имитационного моделирования приведены в таблице 2.

Затраты	Значение, млн. руб.	Минимальное значение, млн. руб.	Максимальное значение, млн. руб.
Продаваемые товары	15,53	12,50	17,20
Непродаваемые товары	5,18	4,20	6,70
Зп квалифицированного работника	6,21	4,80	7,20
Зп неквалифицированного работника	19,67	17,00	21,50
Приобретение земли	2,07	1,20	3,24
Трансфертные платежи	3,11	2,10	4,20
Итого	51,76	41,80	60,04

Таблица 1. Стоимость инновационного проекта

На основе полученных данных был составлен график распределения частот и накопленных частот (вероятностей) для переменной стоимости проекта (рисунок 2).

Показатель	Значение показателя
Среднее значение	51,32
Среднеквадратическая ошибка	0,05
Стандартное отклонение	1,69
Экцесс	2,76
Асимметрия	-0,12

Таблица 2. Показатели имитационного моделирования

Согласно результатам моделирования (рисунок 2) результирующее среднее значение стоимости проекта составляет 51,32 млн. руб., что ниже, чем запланированные аналитическим путем 51,76 млн.

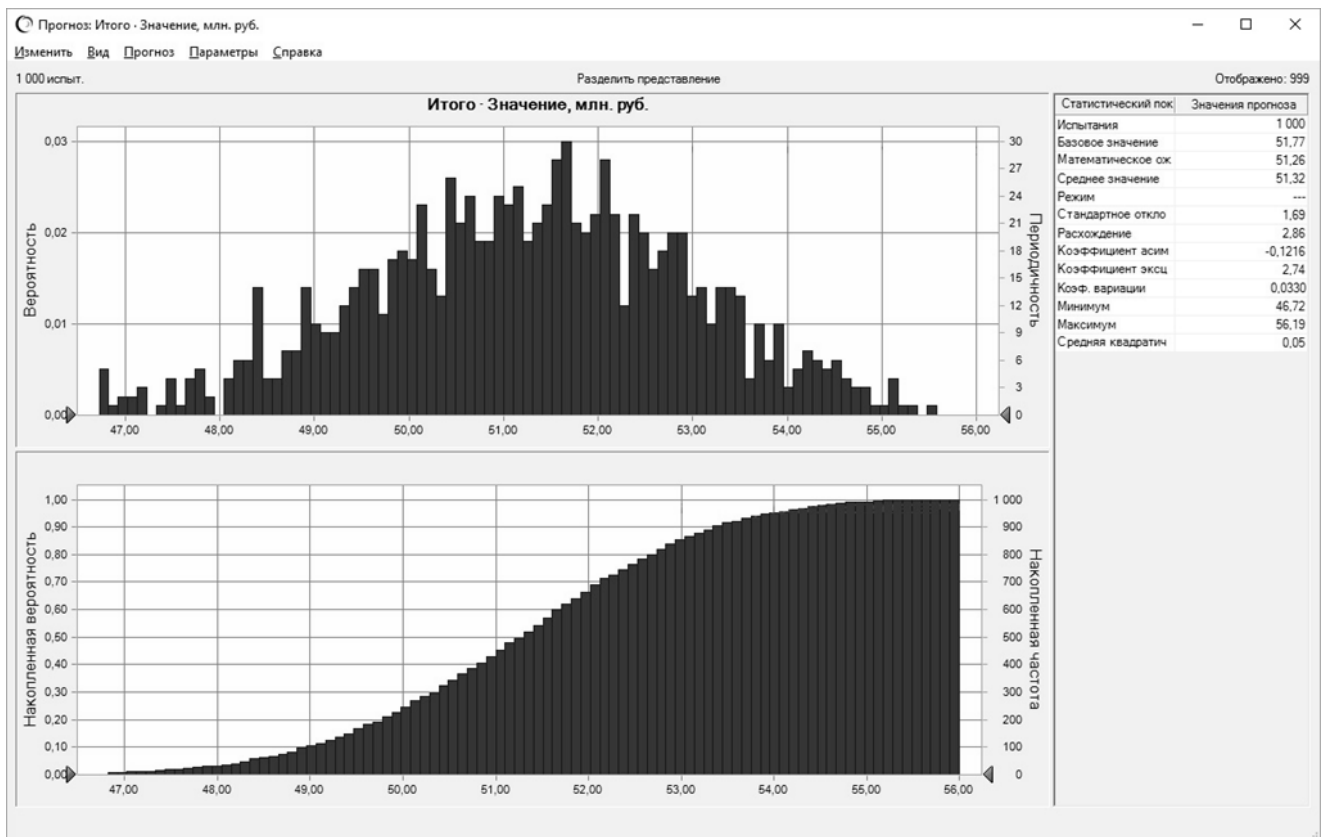


Рисунок 2 – Результаты моделирования

Выводы

Прогнозирование рисков важно, поскольку оно позволяет выяснить, как те или иные ситуации влияют на инвестиции и прибыль инновационного проекта [4]. Проанализированный нами пример показывает, что существует высокая вероятность того, что проект завершится с меньшими затратами, чем первоначально планировалось. Это возможно благодаря системе конкурсных торгов, которая делает цену предложения ниже начальной цены.

Таким образом, дав экспертную оценку вероятностного закона распределения случайных переменных, установив границы диапазона их значений, можно учесть гораздо больше вероятных сценариев исхода и наиболее точно спрогнозировать значение будущего стоимостного показателя проекта. Метод

Монте-Карло относительно прост в применении и позволяет получить важную информацию о рисках инновационных проектов.

После идентификации, анализа и оценки качественного и количественного финансового риска инвестиционных проектов должны применяться различные методы и подходы к управлению рисками и реагированию на них [3].

Библиографический список:

1. Волков И., Грачева М. Вероятностные методы анализа рисков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/monte_carlo2.shtml (дата обращения: 22.05.2017).
2. Воронцовский А. В. Методы обоснования инвестиционных проектов в условиях неопределенности. – СПб.: ОЦЭиМ, 2005
3. Грачева М. В. Риск-анализ инвестиционного проекта. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
4. Грачева М. В., Ляпина С. Ю. Управление рисками инновационной деятельности. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
5. Давтян Д. К. Оценка рисков инновационных проектов [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.hse.ru/data/2011/01/14/1208032315/Статья_-_Давтян_Давид_\(Оценка_рисков_инновационных_проектов\).pdf](https://www.hse.ru/data/2011/01/14/1208032315/Статья_-_Давтян_Давид_(Оценка_рисков_инновационных_проектов).pdf) (дата обращения: 22.05.2017).
6. Поскряков А. В. Оценка и управление рисками инновационного проекта с применением имитационного моделирования// Управление риском. 2009. № 4. С. 7 – 14.