

УДК 330.222

О.А. Новикова, Д.А. Смоляков, Е.В. Хромов

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Старый Оскол, email: olga090984@yandex.ru

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ

Ключевые слова: метод Монте-Карло, оценка рисков, инвестиционный проект, моделирование.

В статье представлено исследование методологических подходов к управлению проектами, выявлены ключевые риски, связанные с нестабильностью цен на сырье, объемами добычи и изменениями в законодательстве и предложено использование метода Монте-Карло для моделирования рисков и повышения точности прогнозов. Описаны основные этапы применения метода, включая определение параметров, генерацию случайных значений и анализ результатов симуляций. Проведен расчет чистой приведенной стоимости с учетом рисков, что позволило подтвердить высокую экономическую целесообразность проекта автоматизации процессов добычи и обогащения руды. Также отмечены преимущества метода Монте-Карло, такие как низкие затраты на внедрение, простота интеграции в существующую систему управления и значительное повышение точности принятия решений.

O.A. Novikova, D.A. Smolyakov, E.V. Khromov

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "National Research Technological University "MISIS", Stary Oskol, email: olga090984@yandex.ru

ON THE ISSUE OF IMPROVING METHODOLOGICAL APPROACHES TO INVESTMENT PROJECT MANAGEMENT

Keywords: Monte Carlo method, risk assessment, investment project, modeling.

The article presents a study of methodological approaches to project management, identifies key risks associated with instability in raw material prices, production volumes and changes in legislation, and suggests the use of the Monte Carlo method to model risks and improve the accuracy of forecasts. The main stages of the method application are described, including parameter determination, generation of random values and analysis of simulation results. The calculation of the net present value, taking into account the risks, was carried out, which made it possible to confirm the high economic feasibility of the project for automating the processes of ore extraction and enrichment. The advantages of the Monte Carlo method are also noted, such as low implementation costs, ease of integration into the existing management system and a significant increase in the accuracy of decision-making.

В современных условиях экономического развития особая роль уделяется управлению инвестиционными проектами. Главная цель, которая ставится перед инвестиционной деятельностью, заключается в создании условий эффективного функционирования любой системы.

Ключевые аспекты управления рассматриваются многими учеными, но универсальной методологии нет. Это касается, в первую очередь, отраслевой специфики.

Совершенствование методологических подходов к управлению инвестиционными проектами направлено на повышение эффективности и снижения рисков при реализации инвестиционных проектов.

Среди основных направлений развития методологических подходов основным является оценка рисков. Риск инвестиционного проекта – это ключевая составляющая, требующая достаточного внимания при оценке эффективности. В данном направлении можно выделить совершенствование существующих методов, использование современных цифровых инструментов анализа [5].

Следующее направление – оптимизация процесса принятия решений. Для этого особое внимание уделяется анализу процессов с помощью современных информационных систем.

Еще один из ключевых элементов методологии управления инвестиционных проектов – стоимость проекта. При этом происходит оптимизация затрат без влияния на качественные характеристики, применение автоматизированных систем контроля затрат.

Один из недооцененных факторов, оказывающих влияние на эффективность управления, время. Для этого совершенствуют методологии планирования: критический путь (СРМ), диаграммы Ганта и сетевые графики, автоматизируют процессы.

Совершенствование методологических подходов управления инвестиционными проектами требует комплексного подхода, включающего внедрение новых технологий, улучшение процессов принятия решений, оптимизацию управления ресурсами и повышение качества связи между всеми участниками процесса. Все эти меры помогут минимизировать риски, сократить затраты и обеспечить успешную реализацию проектов.

Внедрение цифровых технологий в управление проектами, а особенно в процессы оценки рисков проектов, способствует эффективному принятию управленческих решений, снижению рискованности проектов и росту доходности. Среди таких передовых технологий используются большие данные (Big Data), искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML) и других технологии.

Результаты исследования

В данной статье более подробно остановимся на одном из инструментов, набирающих популярность и применяемый в управлении проектами, методе Монте-Карло. Данная методика применяется для оценки:

- временных рамок проекта, оценка сроков в условиях неопределенности;
- бюджета проекта, учитываются возможные ценовые изменения на ресурсы, инфляцию и другие факторы, влияющие на бюджет;
- рисков событий, спрогнозировать наступление риска, проблемных зон, таких как перерасход ресурсов, технические сбои и т.д., а также позволит разработать мероприятия по управлению рисками;

– ресурсообеспеченности, моделирования некоторых сценариев распределения ресурсов между поставленными в проекте задачами и находить оптимальный баланс между временем и затратами.

Эффективное управление инвестиционными проектами является одной из ключевых задач для предприятий различных отраслей. Приведем пример управления инвестиционным проектом предприятия горнодобывающей отрасли. Высокая капиталоемкость проектов, неопределенность в ценах на сырье, объемах добычи и изменениях в законодательстве создают значительные риски, которые могут существенно повлиять на экономическую эффективность реализуемых инициатив.

Как показывает практика, часто предприятия для оценки инвестиционных проектов используют стандартные показатели, NPV, IRR и другие, которые показывают общую экономическую целесообразность проекта, однако игнорируют влияние внешних факторов и неопределенностей. Такие методы основываются на детерминированных расчетах, где все ключевые параметры, такие как объемы добычи, цены на сырье и операционные затраты, принимаются за фиксированные значения. На практике же эти показатели могут значительно колебаться в зависимости от рыночной конъюнктуры, законодательных изменений или природных факторов, что делает детерминированные расчеты недостаточно точными.

Поэтому в рамках данной статьи предлагается дополнить традиционные методы оценки инвестиционных проектов, в частности, методом Монте-Карло, упростив с помощью программирования процесс его применения.

В качестве примера, на котором данный метод будет апробирован, был выбран инвестиционный проект горнодобывающего предприятия по внедрению автоматизированной системы управления процессами добычи и обогащения железной руды. На первоначальном этапе проведем расчет показателя NPV, его итоговое значение составило 109 433,12 млн руб. Этот показатель свидетельствует о высокой экономической целесообразности инвестиционного проекта [1,2].

Переходим к расчетам рисков данного проекта по модели Монте-Карло. Нужно понимать, что расчеты по данной модели довольно трудоемки, поэтому эффективнее всего использовать язык программирования, так как Excel может затруднять расчеты и делать их громоздкими. Довольно часто используют именно MS Excel, однако для симуляции 10 000 различных значений, а затем построения диаграмм, по нашему мнению, больше подойдет именно язык программирования, так как поможет избежать возможных ошибок и багов.

В рамках нашего анализа необходимо учитывать неопределенности ключевых факторов, в частности, ставку дисконтирования и годовые денежные потоки. Для этого будем использовать нормальные распределения, характеризующиеся стандартным отклонением и средним значением. Средние значения годовых денежных потоков были определены нами на основании расчетов. В качестве стандартного отклонения будем считать значение 10% от средних значений. Ставка дисконтирования также была принята на уровне 10%, ее отклонение будет установлено на уровне 2%.

Определив средние значения и стандартные отклонения для денежных потоков и ставки дисконтирования, следует переходить к следующему этапу. С помощью кода производится генерация случайных значений для денежных потоков и ставки дисконтирования на основе ранее определенных распределений вероятностей. Все это необходимо для проведения множества симуляций, чтобы оценить риски проекта.

Для генерации случайных значений нормального распределения на основе заданных среднего значения и стандартного отклонения использовалась функция `numpy.random.normal`, диаграмма была построена с помощью библиотеки `Matplotlib`.

В среде MS Excel такие симуляции можно выполнить с помощью функции НОРМ.СТ.ОБР и СЛЧИС для генерации случайных значений от 0 до 1.

Для наглядности, на рисунке 1 в виде гистограммы представим сгенерированные денежные потоки, распределенные для первого года.

Данная гистограмма, как указано выше, представляет распределение слу-

чайных значений денежных потоков для первого года. Если оценить ее, то можно сделать вывод, что значения распределены относительно симметрично вокруг среднего значения, что указывает на их нормальное распределение. Соответственно, данные можно считать корректными. Кроме того, данная диаграмма позволяет визуально оценить возможные колебания денежных потоков в первый год реализации проекта.

Точно таким же образом с помощью библиотек `NumPy` и `Matplotlib` была построена диаграмма распределения для ставки дисконтирования. Результаты представим на рисунке 2.

В рамках проведенного анализа было выполнено 10 000 симуляций, что позволило смоделировать различные сценарии реализации проекта. На следующем этапе, используя ранее сгенерированные случайные значения для денежных потоков и ставки дисконтирования, необходимо рассчитать чистую приведенную стоимость (NPV) для каждого из этих сценариев. Результаты расчетов дадут возможность построить вероятностное распределение NPV, что станет ключевым инструментом для детальной оценки рисков, связанных с проектом [3,4].

Однако перед этим необходимо провести анализ ключевых статистических показателей, которые дают количественное представление о характеристиках распределения NPV. Среди таких статистических показателей можно выделить следующие:

- среднее значение NPV;
- медиана NPV;
- стандартное отклонение NPV;
- квартильные значения (25-й и 75-й процентиль);
- вероятность отрицательного NPV.

Среднее значение NPV отражает среднюю арифметическую величину всех расчетных значений, предоставляя общее представление о средней доходности проекта. Однако, учитывая вероятность асимметрии распределения, важно также определить медиану NPV, которая показывает центральное значение распределения. Анализ медианы позволяет точнее оценить типичный уровень доходности проекта, минимизируя влияние экстремальных значений.

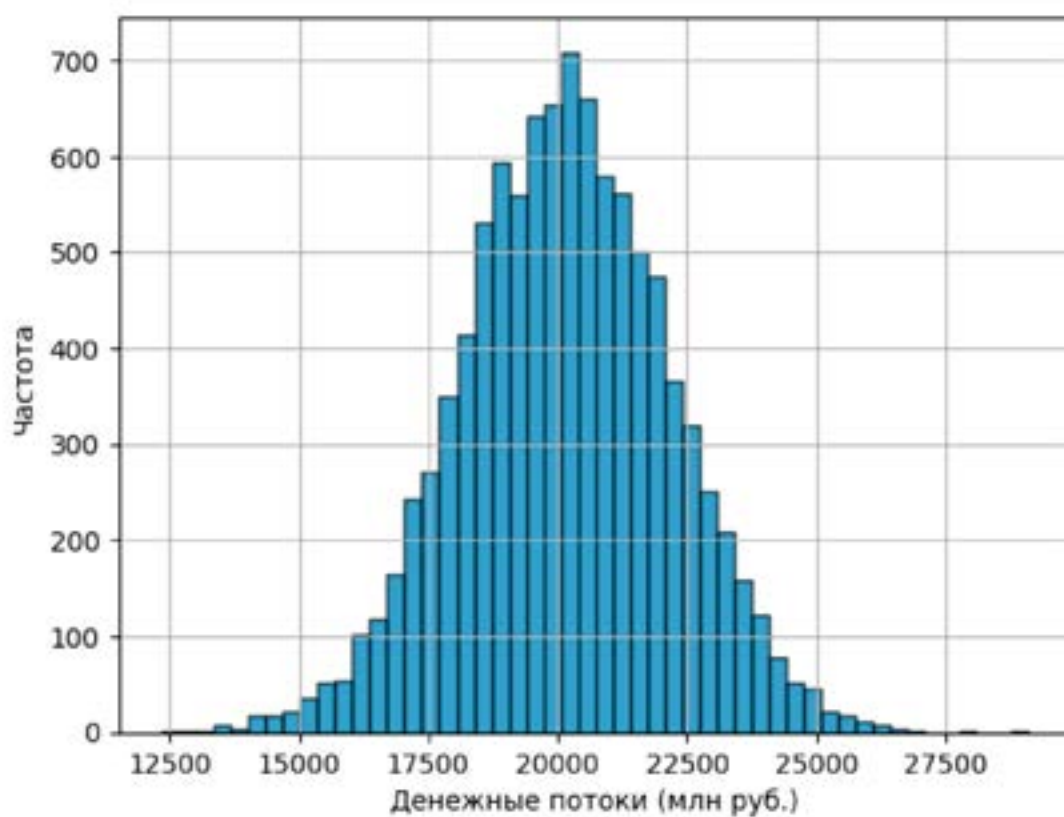


Рис. 1. Распределение денежных потоков проекта для первого года

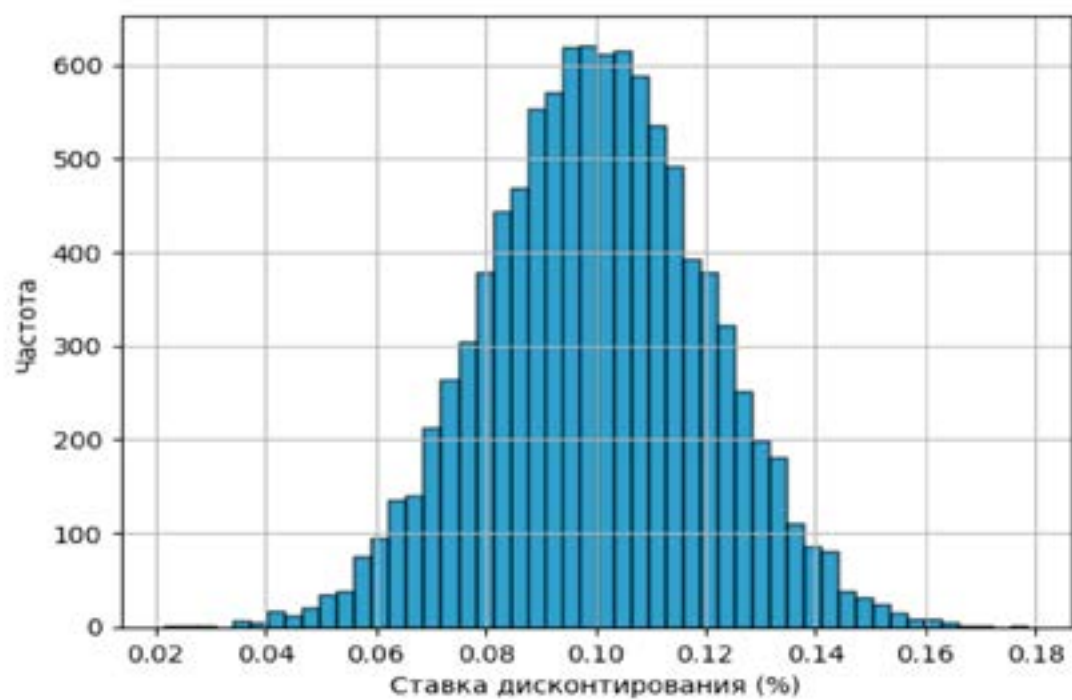


Рис. 2. Распределение ставки дисконтирования для первого года

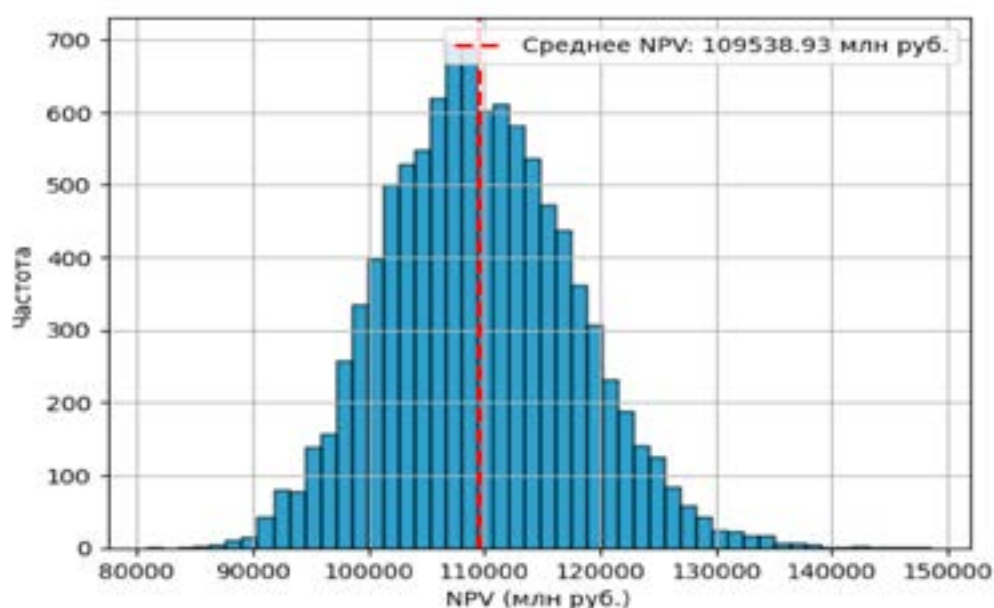


Рис. 3. Распределение NPV по результатам моделирования методом Монте-Карло

Стандартное отклонение NPV является ключевым показателем, который отражает степень вариативности значений относительно их среднего. Оно позволяет оценить уровень риска и стабильности проекта. Дополнительно для анализа распределения используются квартильные значения – 25-й и 75-й процентиля. Эти показатели делят распределение на четыре равные части, предоставляя информацию о диапазоне значений NPV, в котором сосредоточена большая часть симуляций. Это позволяет более детально понять, каковы вероятные границы изменения NPV в рамках проведенного моделирования.

Теперь мы можем построить диаграмму распределения NPV по методу Монте-Карло. Результаты построения представлены на рисунке 3.

Анализ диаграммы распределения позволяет сделать несколько важных выводов. Близкие значения среднего и медианы NPV свидетельствуют о том, что распределение является симметричным, что подтверждает стабильность расчетов. Стандартное отклонение, равное 1 097,43 млн рублей, указывает на возможные колебания результатов при различных сценариях реализации проекта. Квартильный анализ

показал, что 25-й и 75-й процентиля составляют 10 495,71 млн рублей и 11 391,49 млн рублей соответственно, что означает, что половина всех симуляций сосредоточена именно в этом диапазоне значений. Такой разброс подтверждает умеренный уровень неопределенности, характерный для данного проекта.

Наконец, самый важный показатель здесь – вероятность отрицательного NPV, который покажет вероятность того, может ли проект оказаться убыточным. Для подсчета числа симуляций с отрицательным и положительным NPV использовали логическое уравнение, а затем с помощью функции подсчитали количество отрицательных значений NPV.

По результатам расчетов получаем, что вероятность отрицательного NPV на основе 10 000 симуляций равна 0%, что говорит о том, что данный проект не имеет рисков при таком отклонении и заданном количестве симуляций. Например, если мы увеличим число симуляций до 50 000 и стандартное отклонение до 20% для учета большей вариабельности и внесем эти корректировки в код, то вероятность отрицательного NPV повысится до 2,34%. Отсюда можно сделать вывод, что чем больше разброс и количество симуляций, тем бо-

лее надежными могут быть результаты моделирования методом Монте-Карло. Однако в нашем случае моделирование показывает максимально низкие риски проекта и говорит о его высокой целесообразности.

Выводы

Таким образом, по нашему мнению, внедрение метода Монте-Карло для моделирования рисков инвестиционных проектов позволит повысить точность

прогнозирования возможных рисков и целесообразности большинства инвестиционных проектов на предприятиях, в частности, горнометаллургических. Кроме того, количественная оценка рисков инвестиционных проектов позволит предприятию усовершенствовать общую систему управления рисками. Все это повышает шансы на внедрение наиболее эффективных проектов на предприятии и, как следствие, повышение прибыльности его действия.

Библиографический список

1. Румянцева Ю.В. Анализ стратегической устойчивости предприятия с применением экономико-математических моделей // *Инновационная экономика и право*. 2023. № 4 (27). С. 48-54.
2. Гребенникова В.А. Совершенствование инвестиционной политики предприятий в нестабильных экономических условиях // *Актуальные вопросы современной экономики*. 2022. № 11. С. 1150-1155.
3. Заернюк В.М. Моделирование рисков в горнодобывающей отрасли // *Проблемы и перспективы развития экономики*. 2023. № 2 (44). С. 8-11.
4. Исламов И.Я. Разработка имитационной модели с применением метода Монте-Карло // *Инновации и инвестиции*. 2021. № 11. С. 16-18.
5. Гусев Д.С., Демидова, Е.Г., Новикова О.А. Построение динамической системы управления рисками промышленного предприятия // *Фундаментальные исследования*. 2020. № 10. С. 50-55.