

**Титова Екатерина Александровна**

студентка

**Баширова Диана Равкатовна**

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

г. Казань, Республика Татарстан

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ**

***Аннотация:** в статье рассматривается проблема повышения эффективности управления рисками в проектах в условиях высокой неопределенности и постоянно меняющейся внешней среды. Предметом исследования являются современные методы математического моделирования. Объект исследования – процессы риск-менеджмента в различных областях. В исследовании применялись методы системного анализа, сравнительной оценки и практического моделирования. Рассматриваются такие аспекты, как точность прогнозирования, адаптивность методов и их применимость в российских реалиях. Вкладом авторов в исследование является систематизация современных методов и их практических применений, а также выявление основных тенденций развития риск-менеджмента. Авторы приходят к выводу, что успешное управление рисками требует совместной работы нескольких сфер.*

***Ключевые слова:** управление рисками, методы, анализ, деревья решений, искусственный интеллект, машинное обучение, проект, моделирование.*

С развитием технологий в мире современные проекты сталкиваются с высокой степенью неопределенности из-за постоянно меняющихся окружающих условий, экономической нестабильности, технологических изменений, а также глобализации экономики. В особенности это касается таких областей, как ИТ, строительство, энергетика и финансы. Управление рисками становится необходимо важным для успешной реализации проектов, иначе неучтенные угрозы могут привести к серьезным финансовым потерям, выходу за сроки и даже полному

провалу проекта. Традиционные методы оценки рисков зачастую оказываются субъективными и недостаточно точными. В свою очередь математические модели позволяют выявить зависимости и наиболее точно прогнозировать последствия.

Согласно исследованиям около 60% проектов выходят за рамки бюджета или сроков по причине недооценки рисков. Это подтверждает необходимость превентивного управления рисками. Математические модели позволяют количественно оценивать вероятность и влияние рисков, а также оптимизировать стратегии реагирования. Например, в нефтегазовой промышленности моделирование помогает оценить риски экологических катастроф и выявить оптимальные меры предотвращения.

Финансовые риски – одни из самых критичных в управлении проектами. Математические методы (стохастическое программирование) помогают рассчитать оптимальный бюджет, учитывая различные факторы и возможные изменения, рассчитать эффективность инвестирования и страхования рисков.

С появлением искусственного интеллекта и машинного обучения методы моделирования стали намного точнее: нейросети могут предсказывать риски на основе исторических данных, а анализ больших данных помогает выявлять скрытые закономерности. К примеру, такие развитые компании вроде Tesla или Boeing используют цифровые двойники для симуляции рисков до реализации проекта, дабы избежать реальных потерь.

В нынешних реалиях в условиях санкций риски логистики требуют новых моделей прогнозирования, а государственные проекты требуют усиленного контроля рисков. В проектах РЖД и Росатома активно применяются методы сценарного анализа для оценивания геополитических и технологических угроз.

Математическое моделирование перестает быть обычным инструментом анализа – оно становится основным элементом стратегического управления проектами.

Наиболее распространенным методом оценки проектных рисков является метод Монте-Карло – статистический метод имитационного моделирования, который позволяет оценивать неопределенность и риски путем генерации множества случайных исходов событий на основе вероятностных распределений. В управлении проектами он может использоваться для: прогнозирования сроков и стоимости проекта с учетом неопределенности, расчета вероятности наступления рискованных событий и определения «запаса» бюджета и времени. Согласно этому методу, сначала задаются входные параметры (длительность задач, стоимость ресурсов) с их вероятностными распределениями, затем проводится многократная (тысячи или миллионы раз) симуляция проекта с учетом случайных вариаций, и уже после всей проделанной работы на основе полученных результатов строится вероятностная модель возможных исходов. Например, если в проекте есть задача с оптимистичной оценкой 10 дней, пессимистичной – 20 дней и наиболее вероятной – 15 дней, метод Монте-Карло покажет, как эти вариации повлияют на срок завершения.

К преимуществам метода можно отнести: учет сложных взаимосвязей – можно моделировать корреляции между рисками; наглядность результатов – выводы представлены в виде графиков, что упрощает анализ результатов; гибкость – применим для стоимостных и временных рисков.

Но метод Монте-Карло, как и любой другой, не идеален и имеет свои ограничения и сложности. Среди них можно выделить требование достоверных исходных данных (если оценки неточны, то результат будет ошибочным), сложность в вычислении для больших проектов без специализированного ПО и невозможность учета качественных рисков (например, репутационные).

Для реализации данного метода можно использовать Microsoft Excel (с дополнительными необходимыми надстройками), Python, а также специализированные системы (Primavera, Spider Project).

В исследовании Г. С. Шершневой (2020) метод Монте-Карло использовался для оценки рисков строительства моста в условиях непостоянных поставок материалов. По результатам выяснили, что с вероятностью 80% сроки сдвинутся на

1–3 месяца, а бюджет может превысить запланированный на 12–18%. Это позволило заложить адекватные резервы и избежать больших потерь.

Метод Монте-Карло – один из самых точных инструментов для оценки проектных рисков. Его применение особенно подходит для сложных проектов с высокой неопределенностью, таких как строительство инфраструктуры или внедрение новых технологий.

Помимо метода Монте-Карло в оценке проектных рисков используются деревья решений. Это графический метод анализа рисков, который позволяет структурировать возможные варианты решений, их последствия и вероятности наступления событий. Метод предоставляет структурированное представление сложных решений, наглядную визуализацию альтернатив и их последствий, возможность оценки различных сценариев и вдобавок интеграцию вероятностного и стоимостного анализа. Дерево решений имеет свои структурные элементы: узлы принятия решений (обозначаются квадратами) – точки выбора между альтернативными стратегиями; вероятностные узлы (обозначаются кругами) – точки возникновения неконтролируемых событий; ветви – возможные пути развития ситуации; концевые узлы – конечные результаты с указанием их ценности. Для данного метода используется расчет ожидаемой денежной стоимости для каждой ветви по определенной формуле, представляющей собой конечную сумму произведений вероятности  $i$ -го исхода на его стоимостную оценку.

Среди преимуществ выделяют: наглядность и простоту трактовки результатов, возможность учета как количественных, так и качественных факторов, гибкость и адаптируемость к разным типам проектов и возможность комбинации с другими методами анализа рисков.

К ограничениям относят субъективность в оценке вероятностей событий, сложность построения для многоступенчатых решений, требовательность к качеству исходных данных, ко всему прочему, модель довольно статична и не учитывает динамику изменения параметров.

Современные исследования (Голиков А.П., 2021) предлагают несколько усовершенствований метода, включая интеграцию с нейросетевыми моделями, разработку динамических деревьев решений и автоматизацию процесса их построения с помощью специализированного ПО.

Метод деревьев решений остается одним из наиболее востребованных инструментов анализа проектных рисков благодаря наглядности и системному подходу к оценке альтернатив. Современные варианты метода помогают преодолеть его традиционные ограничения и наиболее эффективно применять в условиях высокой неопределенности.

Еще одним не менее важным методом оценки проектных рисков является AI-анализ. Современные технологии искусственного интеллекта меняют и развивают подходы к управлению проектами. AI-анализ позволяет автоматизировать процесс определения рисков, прогнозировать с высокой точностью потенциальные угрозы, улучшить стратегии реагирования на произошедшие риски и обрабатывать большие объемы данных.

По данным исследования McKinsey Russia 2023 года ключевыми преимуществами внедрения AI-анализа определяют: увеличение точности прогнозов на 30–40% по сравнению с традиционными методами, сокращение времени на анализ рисков до 70% и возможность обнаружения скрытых взаимосвязей между факторами риска.

Разделяют основные технологии AI для риск-анализа: машинное обучение – контролируемое обучение для прогнозирования известных рисков и неконтролируемое для выявления новых, ранее неизвестных угроз; глубокое обучение – нейросетевые модели для обработки сложные неструктурированных данных (например, анализ текстовых отчетов, новостных лент); обработка естественного языка – автоматический анализ документов проекта, выявление «сигналов риска» в переписке участников; когнитивные технологии – системы поддержки принятия решений на основе уже произошедших случаев.

В России AI-анализ применяется на практике в строительных мегапроектах (по данным Росстата, 2023) и IT-разработке (исследование Сколково, 2022).

При внедрении AI-аналитики используется пошаговый подход. Для начала производят сбор и подготовку данных на основе исторической базы проектов, затем выбирают и обучают модели (тестирование различных алгоритмов), третьим этапом идет интеграция в процессы управления, в ходе которой происходит настройка интерфейсов с существующими системами и обучение команды работе с инструментами, и уже на последнем этапе начинается постоянное обновление моделей и анализ эффективности прогнозов.

К преимуществам относят персонализированные рекомендации по управлению рисками, автоматизацию рутинных операций риск-менеджмента и возможность симуляции тысяч различных сценариев.

По данным НИУ ВШЭ, 2023 выделяют несколько вызовов AI-анализа, к которым причисляют необходимость качественных данных для обучения, сопротивление персонала инновациям и юридические ограничения использования данных.

Среди ведущих разработок на российском рынке можно отметить: «Риск-Интеллект» (РАН) – платформа для прогнозирования рисков проектов инфраструктуры; «Когнитивный риск-менеджер» (СберТех) – решение для финансовых организаций; «Проектный Ассистент» (1С) – модуль AI-аналитики. AI-анализ проектных рисков определяют как одно из самых перспективных направлений в риск-менеджменте.

AI-анализ производит революцию в традиционном риск-менеджменте. Российские компании активно внедряют эти технологии, однако для полного раскрытия потенциала требуются некоторые доработки.

Наиболее эффективные результаты достигаются при совместном использовании перечисленных выше методов. Современные подходы к математическому моделированию рисков в управлении проектами имеют практическую значимость для российских реалий, а также перспективы развития. Как показывают исследования, внедрение методов математического моделирования позволяет снизить финансовые потери на 15–25%, уменьшить количество срывов сроков на

30–40% и повысить точность прогнозов в 2–3 раза. Современный риск-менеджмент проектов требует слияния математической строгости, технологических возможностей и управленческой оценки.

### ***Список литературы***

1. Кузнецов А.В. Математические методы управления рисками в проектах / А.В. Кузнецов. – М.: Инфра-М, 2021.
2. Иванов С.П. Управление рисками в государственных мегапроектах / С.П. Иванов. – СПб.: Питер, 2023.
3. Шершнева Г.С. Математические методы управления рисками в строительных проектах / Г.С. Шершнева. – М.: АСВ, 2020.
4. Лапыгин Ю.Н., Лапыгин Д.Ю. Управление рисками проекта: теория и практика. – М.: КноРус, 2019.
5. Голиков А.П. Имитационное моделирование в управлении проектами / А.П. Голиков. – СПб.: Питер, 2021.
6. Бадалов В.А. Управление рисками в логистических проектах: методы и практика / В.А. Бадалов. – М.: Инфра-М, 2022.
7. Федосеев В.В. Экономико-математические методы в менеджменте / В.В. Федосеев. – М.: Юрайт, 2019. – EDN QSAWLF
8. Лапыгин Ю.Н. Управление рисками организации / Ю.Н. Лапыгин. – М.: Инфра-М, 2019.
9. Голиков А.П. Современные методы принятия решений в управлении проектами / А.П. Голиков. – СПб.: Питер, 2021.
10. Бадалов В.А. Анализ рисков инвестиционных проектов / В.А. Бадалов. – М.: Юрайт, 2022.
11. Шапкин А.С. Риск-менеджмент в цифровую эпоху / А.С. Шапкин. – М.: Дашков и К, 2023.
12. Исследование Сколково «Цифровые технологии в проектном управлении». – 2022.

13. Влияние цифровой трансформации на внутренние коммуникации организаций / А.С. Юсупова, Г.Г. Мингазизова, Э.И. Басырова, Э.Б. Гаязова // Финансовый менеджмент. – 2024. – №12. – С. 216–225. – EDN KDXQNA.
14. Отчет НИУ ВШЭ «Внедрение AI в корпоративные практики». – 2023.
15. Росстат «Анализ эффективности строительных проектов». – 2023.
16. Петров А.В. Искусственный интеллект в риск-менеджменте / А.В. Петров. – М.: Инфра-М, 2023.