

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Институт экономики и менеджмента

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Руководитель ООП
доктор экон. наук, профессор

 Н.А. Скрыльникова

« 14 » июня 2021 г.

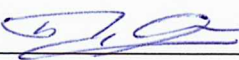
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

АНАЛИЗ РИСКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА С УЧЁТОМ НЕЧЁТКОЙ
ИНФОРМАЦИИ

по направлению подготовки 38.04.01 Экономика

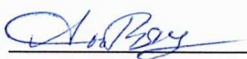
Тарновская Анастасия Вячеславовна

Научный руководитель ВКР
канд. техн. наук, доцент

 Б.С. Лещинский
подпись

« 02 » июня 2021 г.

Автор работы
студент группы № 271914

 А.В. Тарновская
подпись

« 02 » июня 2021 г.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт экономики и менеджмента

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Тарновская Анастасия Вячеславовна

(Ф.И.О. магистранта)

Направление подготовки	38.04.01 Экономика
Программа подготовки	«Бизнес-аналитика»
Квалификация (степень)	магистр

Исходные данные к работе:

цель исследования: повышение точности анализа рисков инвестиционных проектов в условиях неопределенности с применением экономико-математических методов задачи исследования:

- 1) изучить существующие методы оценки рисков инвестиционных проектов;
- 2) рассмотреть возможность использования нечеткой информации в управлении инвестиционными процессами;
- 3) составить алгоритм оценки риска инвестиционного проекта;
- 4) разработать практические рекомендации по совершенствованию оценки и управления рисками инвестиционного проекта.

Объект исследования: инвестиционно-строительные проекты ОАО «ТДСК».

Предмет исследования: риски инвестиционных проектов.

№ п/п	содержание задания (перечень разделов и ожидаемых результатов)	срок реализации
1.	Рассмотреть основные понятия, применяемые в анализе рисков инвестиционной деятельности	08.04.2021
2.	Проанализировать традиционные подходы к анализу риска инвестиционного проекта, выявить их достоинства и недостатки	10.04.2021
3.	Исследовать методы учёта нечёткой информации в анализе рисков инвестиционного проекта	15.04.2021
4.	Проанализировать возможность практического применения методов учета нечеткой информации для анализа рисков инвестиционного проекта	20.04.2021
5.	Использовать классические методы для анализа рисков предоставленных данных инвестиционных проектов ОАО «ТДСК»	25.04.2021
6.	Использовать методы учета нечеткой информации для анализа рисков предоставленных данных инвестиционных проектов ОАО «ТДСК»	10.05.2021
7.	Разработать практические рекомендации по совершенствованию анализа риска инвестиционно-строительных проектов	19.05.2021

Дата выдачи индивидуального задания: « 07 » апреля 2021 г.

Срок предзащиты ВКР (магистерской диссертации): « 02 » июня 2021 г.

Научный руководитель



(подпись)

канд. техн. наук, доцент Б. С. Лещинский

(Ф.И.О.) должность

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация «Анализ риска инвестиционного проекта с учётом нечёткой информации» посвящена исследованию применения методов учёта неопределённости и нечёткой информации к анализу рисков инвестиционных проектов, сравнению применения традиционных методов и методов на основе учёта нечётких данных, разработке рекомендаций по уточнению анализа рисков инвестиционных проектов.

Актуальность темы исследования обусловлена нарастающей потребностью совершенствования управления инвестиционными рисками вследствие динамичности экономических процессов, а также ограниченной практической применимостью на практике большинства существующих методов анализа рисков инвестиционных проектов.

Объект исследования – инвестиционно-строительные проекты ОАО «ТДСК».

Предметом исследования являются риски инвестиционных проектов.

Основной целью исследования является повышение точности анализа рисков инвестиционных проектов в условиях неопределённости с применением экономико-математических методов.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- рассмотреть основные теоретические понятия инвестиционной деятельности;
- проанализировать существующие методы оценки рисков инвестиционных проектов;
- рассмотреть возможность использования методов учёта нечёткой информации в управлении инвестиционными процессами;
- составить алгоритм оценки риска инвестиционного проекта;
- разработать практические рекомендации по совершенствованию оценки и управления рисками инвестиционного проекта.

В процессе написания диссертации применяются следующие методы экономического исследования как: экономическо-математическое моделирование, аппарат теории нечётких множеств, метод экспертной оценки.

Элементы научного вклада:

- Аргументирована возможность применения нечетко-множественного подхода в управлении инвестиционными процессами в условиях нечёткой информации;
- Предложена методика применения аппарата нечётких множеств на практике, приведён расчёт значения риск-функции инвестиционного проекта с учётом колебания планируемых значений денежных потоков проекта.

Структурно магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, используемой литературы и приложений.

В первой главе представляется анализ состояния вопроса и постановка задачи диссертационного исследования. Рассматривается проблема выбора технологии анализа рисков инвестиционных проектов. Формулируются достоинства и ограничения существующих подходов.

Во второй главе осуществляется описание методов учёта нечёткой информации применительно к анализу инвестиционных проектов.

В третьей главе будет представлено практическое использование методов анализа рисков для инвестиционно-строительных проектов ОАО ТДСК. В список исследуемых проектов войдут: уже реализованный проект строительства жилого многоквартирного дома КПД №1 и планируемый проект строительства жилого многоквартирного дома КПД №2. Были предоставлены следующие данные: календарный график строительства, расчет стоимости проекта, плановые и фактические бюджеты денежных средств.

Практическая значимость. Результаты исследования могут быть использованы в планировании инвестиционных проектов при анализе их рисков любыми субъектами инвестиционной деятельности.

Магистерская диссертация содержит в себе 89 страниц, 20 рисунков, 6 таблиц, 3 приложения.

ABSTRACT

The master's thesis «Risk analysis of an investment project taking into account fuzzy information» is devoted to the study of the application of methods of accounting for uncertainty and fuzzy information to the risk analysis of investment projects, the comparison of the use of traditional methods and methods based on accounting for fuzzy data, the development of recommendations for clarifying the risk analysis of investment projects.

The relevance of the research topic is due to the growing need to improve investment risk management due to the dynamism of economic processes, as well as the limited practical applicability in practice of most existing methods of risk analysis of investment projects.

The object of research is investment and construction projects of JSC "TDSK".

The subject of the study is the risks of investment projects.

The main purpose of the study is to improve the accuracy of the risk analysis of investment projects in conditions of uncertainty with the use of economic and mathematical methods.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

- to consider the main theoretical concepts of investment activity;
- to analyze the existing methods of risk assessment of investment projects;
- to consider the possibility of using methods of accounting for fuzzy information in the management of investment processes;
- to create an algorithm for assessing the risk of an investment project;
- to develop practical recommendations for improving the assessment and management of investment project risks.

In the process of writing a dissertation, the following methods of economic research are used: economic and mathematical modeling, the apparatus of the theory of fuzzy sets, the method of expert evaluation.

Elements of scientific contribution:

- The possibility of using the fuzzy-multiple approach in the management of investment processes in the conditions of fuzzy information is argued;
- The method of applying the fuzzy sets apparatus in practice is proposed, and the value of the risk function of the investment project is calculated taking into account the fluctuations in the planned values of the project's cash flows.

Structurally, the master's thesis consists of an introduction, three chapters, a conclusion, the literature used, and appendices.

The first chapter presents an analysis of the state of the issue and the formulation of the task of the dissertation research. The problem of choosing the technology of risk analysis of

investment projects is considered. The advantages and limitations of the existing approaches are formulated.

The second chapter describes the methods of accounting for fuzzy information in relation to the analysis of investment projects.

The third chapter will present the practical use of risk analysis methods for investment and construction projects of JSC TDSK. The list of projects under study will include: the already implemented project for the construction of a residential apartment building large panel house №1 and the planned project for the construction of a residential apartment building large panel house №2. The following data was provided: construction schedule, project cost calculation, planned and actual cash budgets.

Practical significance. The results of the study can be used in the planning of investment projects in the analysis of their risks by any subjects of investment activity.

The master's thesis contains 89 pages, 20 figures, 6 tables, 107 literary sources.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Методы анализа риска инвестиционного проекта.....	10
1.1 Основные понятия, применяемые в анализе рисков инвестиционной деятельности.....	10
1.2 Существующие подходы к анализу риска инвестиционного проекта.....	18
1.3 Ограничения существующих подходов анализа риска проектов.....	27
2 Методы учёта нечёткой информации в анализе инвестиционного проекта.....	32
2.1 Основные положения теории нечетких множеств.....	32
2.2 Модель анализа рисков инвестиционного проекта с учётом нечёткой информации.....	35
2.3 Лингвистический подход к анализу риска инвестиционного проекта.....	39
3 Использование нечёткой информации для анализа инвестиционно-строительных проектов ОАО «ТДСК».....	43
3.1 Общая характеристика ОАО «ТДСК» и описание данных.....	43
3.2 Использование классических методов анализа рисков для реализованного проекта.....	47
3.3 Анализ рисков реализованного проекта с учётом нечёткой информации.....	52
3.4 Анализ рисков реализуемого проекта с учётом нечёткой информации.....	58
3.5 Выводы и практические рекомендации по совершенствованию инвестиционно- строительных проектов ОАО «ТДСК».....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А Данные по проекту КПД-1 (фрагмент).....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Данные по проекту КПД-2 (фрагмент).....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ В Программная реализация.....	85

ВВЕДЕНИЕ

Процесс инвестирования играет важную роль в экономике любой страны. Инвестирование в значительной степени определяет экономический рост государства, занятость населения и составляет существенный элемент базы, на которой основывается экономическое развитие общества. Нарастающая инвестиционная активность, постоянное повышение уровня квалификации персонала определяют наличие потребности в совершенствовании управления инвестиционными процессами. Непрерывное изменение окружающей среды и недостатки существующих методов оценки риска формируют значимость повышения точности оценки эффективности инвестиционных проектов. Разработка инвестиционного проекта всегда осуществляется в условиях неопределенности и отсутствия достоверных статистических данных, в связи с чем возникает необходимость применения современных экономико-математических методов, которые позволили бы принимать разумные инвестиционные решения.

Активизация инвестиционной деятельности на предприятиях – один из основных путей преодоления кризисных явлений экономики России. В связи с этим возникает потребность в совершенствовании управления рисками инвестиционных проектов, а также преодолении проблемы ограниченной практической применимости на практике большинства существующих методов оценки рисков комплексных инвестиционных проектов. Результаты исследования могут быть использованы в планировании инвестиционных проектов при анализе их рисков любыми субъектами инвестиционной деятельности. Практическая значимость указанной проблемы определила выбор темы исследования, постановку его целей и задач.

Целью исследования является повышение точности анализа рисков инвестиционных проектов в условиях неопределенности с применением экономико-математических методов.

В соответствии с поставленной целью следует решить следующие задачи:

- рассмотреть основные теоретические понятия инвестиционной деятельности;
- проанализировать существующие методы оценки рисков инвестиционных проектов;
- рассмотреть возможность использования методов учета нечеткой информации в управлении инвестиционными процессами;
- составить алгоритм оценки риска инвестиционного проекта;
- разработать практические рекомендации по совершенствованию оценки и управления рисками инвестиционного проекта.

Объект исследования –инвестиционно-строительные проекты ОАО “ТДСК”.

Предметом исследования является риски инвестиционных проектов.

В работе аргументирована возможность применения нечетко-множественного подхода в управлении инвестиционными процессами в условиях нечёткой информации, приведён расчёт значения риск-функции инвестиционного проекта с учётом колебания планируемых значений денежных потоков проекта.

В исследовании применяются такие научные методы исследования как: экономическо-математическое моделирование, метод экспертной оценки, теория нечётких множеств.

Теоретической и методологической основой исследования являются нормативно-правовые документы и законодательные акты РФ, научная литература, фундаментальные и прикладные исследования российских и зарубежных ученых (Недосекин А.О., Смоляк С.А., Виленский П.Л., Грачева М.В. и др.), публикации в периодической литературе, электронные источники, статистические данные, теория нечетких множеств, теория вероятностей.

1 Методы анализа риска инвестиционного проекта

1.1 Основные понятия, применяемые в анализе рисков инвестиционной деятельности

Согласно Федеральному закону от 25.02.1999 N 39-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений», инвестиции – денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта [1].

Инвестиционный проект, в свою очередь, – это основная форма привлечения (инвестирования) капитала с целью получения эффекта в будущем.

Федеральный закон от 25.02.1999 N 39-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» предлагает следующее определение инвестиционного проекта: инвестиционный проект – обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектная документация, разработанная в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также описание практических действий по осуществлению инвестиций [1].

Инвестиционный проект предполагает планирование трех основных денежных потоков во времени:

- поток инвестиций;
- поток текущих (операционных) платежей;
- поток поступлений.

Инвестиции часто подразделяются на две категории: финансовые и реальные инвестиции. Финансовые инвестиции – это инвестиции, при которых инвестор выделяет свои ресурсы на какой-либо финансовый инструмент, такой как акции или облигации. С другой стороны, реальные инвестиции предполагают вложения в какие-то материальные активы, такие как завод, машины, недвижимость, земля и т. д.

В самом широком смысле инвестиции означают отдачу текущих денег в обмен на будущие деньги. Время и риск – это две разные характеристики инвестиций. Отдача несомненна и происходит в настоящем. Выгода приходит в будущем, и ее сумма неопределенна. В некоторых случаях, например, в государственных облигациях, элемент времени преобладает. В других случаях риск является доминирующим атрибутом

(например, опционы на покупку обыкновенных акций). В других случаях важны как риск, так и время (например, акции или производственный проект) [11].

При реализации инвестиционного проекта любой его участник должен учитывать, что может возникнуть ситуация риска. Риск учитывается в любой экономической сфере, он возникает потому, что будущие действия или события неизвестны. Он описывает возможность того, что конечный результат будет лучше или хуже ожидаемого (отличается от ожидаемого). В большинстве случаев риск носит негативный характер, однако в последнее время также воспринимается как возможность получить лучшие результаты, чем ожидалось, – отмечается, что «риск проекта включает в себя как угрозы целям проекта, так и возможности для улучшения этих целей» [19].

Хотя почти каждая человеческая деятельность связана с риском, удивительно, как мало согласия существует относительно того, как определить риск. Для прояснения представлений о «риске» необходимо сначала определить термин «неопределенность». Неопределенность – это отсутствие полной уверенности, то есть существование более чем одной возможности. Соответственно, риск – это состояние неопределенности, когда некоторые возможности связаны с потерей, катастрофой или другим нежелательным исходом.

В таблице 1 показана классификация различий между неопределенностью и риском, которые характеризуются предположениями, сделанными лицами, принимающими решения (экспертами) о предсказуемости будущих событий.

Таблица 1 – Категории риска и неопределенности [9]

Категория риска/неопределенности	Принятие решений
Категория риска 1: априорная вероятность	Лицо, принимающее решение, считает, что оно может рассчитать математическую вероятность потенциальных событий на основе разумного применения математических законов и алгоритмов. Например, вероятность того, что при броске кубика выпадет явно один из шести
Категория риска 2: статистическая вероятность	Лицо, принимающее решение, считает, что оно может связать объективные вероятности с вероятностью будущих событий на основе данных, собранных из статистической вероятности аналогичных событий в прошлом. Например, поражение молнией.

Окончание таблицы 1

Категория неопределенности 1: субъективная вероятность	Лица, принимающие решения, сталкиваются с широким спектром возможных будущих событий, но не располагают информацией, необходимой для определения объективной вероятности события, поэтому они назначают оценки, основанные на исторических ожиданиях отрасли в отношении субъективной вероятности будущих событий.
Категория неопределенности 2: социализированная вероятность	Лица, принимающие решения, сталкиваются с широким спектром сценариев, в которых количество или характер будущих событий неизвестны. Это связано не с трудностями в понимании специфики данных, а скорее с объемом соответствующей информации, доступной лицу, принимающему решения. Лицу, принимающему решения, должно быть ясно, что будущее непознаваемо, о чем свидетельствует характер "социального строительства" будущего.

Неопределенность может возникнуть из-за пробелов в различных областях знаний, таких как контекстуальная информация о проекте, степень понимания ключевых процессов или недооценка конкретных прошлых событий. Часто аналитиками основное внимание уделяется принципу предвидения, основанному на способности предвидеть получение информации на ранних стадиях планирования проекта и, таким образом, как можно быстрее снизить неопределенность в отношении факторов инвестиционных проектов.

Управление рисками определяется как управление неопределенными событиями с целью достижения успеха. Термин «управление рисками» впервые появился в 1950-х годах, когда на предприятиях были созданы интегрированные, независимые отделы, в задачи которых входили программы страхования предприятия, а также контроль потерь, промышленная безопасность и предотвращение несчастных случаев [59]. Затем было предложено, чтобы такими отделами руководил менеджер по рискам, а не менеджер по страхованию. Управление рисками все чаще рассматривается как общая функция руководства организации, целью которой является выявление, анализ и контроль причин и последствий неопределенности и рисков внутри организации. Управление рисками использует следующие три основных компонента: оценка рисков, планирование реагирования на факторы риска, мониторинг и контроль рисков. Оценка риска включает в себя систематический поиск факторов риска в рамках события, которое необходимо

провести. Планирование реагирования на факторы риска осуществляется путем идентификации каждого риска в соответствии с его типом и степенью серьезности для анализируемого события, а также путем поиска адекватной стратегии реагирования для каждого случая. Мониторинг и контроль рисков касаются реализации стратегий реагирования и изучения последствий, которые эти изменения могут привести к анализируемому событию [3].

Анализ риска инвестиционного проекта, в свою очередь, это процесс систематического подхода к рискам в рамках проекта, с целью планирования, выявления, мониторинга, контроля и предложения решений для минимизации потенциальных угроз неэффективности проекта. Риск инвестиционного проекта может быть определен как степень подверженности событию, которое может произойти в ущерб выгоде или деятельности проекта. Его можно описать как комбинацию между вероятностью возникновения риска и последствиями с точки зрения потерь или выгод в результате риска. Риск является неотъемлемым компонентом всех видов деятельности проекта, будь то простая или сложная деятельность. Вот почему размер или сложность деятельности не всегда является адекватной мерой потенциальной степени риска. Однако зависимость прямая; в большинстве случаев сложные виды проектов связаны с более высокими рисками. Риски могут быть известными переменными, то есть рисками, которые были идентифицированы, оценены и количественно оценены и для которых были разработаны планы. В то же время риски могут быть неизвестными переменными, рисками, которые еще не идентифицированы или которые невозможно предвидеть.

Успех проектной деятельности подразумевает, что рассматриваемая деятельность осуществима технически и с точки зрения планирования, и она может быть выполнена в рамках установленного бюджета в крайние сроки. Из всех выявленных рисков организация примет во внимание анализ только некоторых из них, точнее, тех, которые способны привести к существенным убыткам. Иногда риски могут быть настолько серьезными, что необходима полная переоценка проектов или отказ от некоторых из них на этапе проектирования. Во время идентификации рисков оцениваются потенциальные опасности, их влияние на проект и вероятность их возникновения, чтобы решить, какой риск необходимо предотвратить. Идентификация рисков должна проводиться регулярно в течение всего проекта. При этом должны учитываться как внутренние, так и внешние риски. Инструменты анализа рисков позволяют проектной команде проводить оценку с точки зрения сложности, вероятности и серьезности. Результатом этого шага будут предложенные указания, касающиеся рисков, они считаются важными для принятия наиболее эффективных мер по профилактике и защите.

Итак, управление рисками проекта включает в себя следующие процессы: планирование, идентификация, качественный анализ, количественный анализ, коммуникация и планирование реагирования на риск.

Каждый риск связан со значением вероятности его возникновения (как часто конкретный риск обычно возникает в течение периода), затем оценивается уровень воздействия на организацию (степень тяжести). Результаты значений из этих двух факторов представляют вероятность убытков, вызванных соответствующим риском. Какие риски необходимо учитывать в первую очередь и какие ресурсы необходимы для этих мер, определяются в соответствии с этими данными. Организация может подвергаться высокому риску, но с незначительной вероятностью возникновения. С другой стороны, определенные низкие риски могут возникать часто, при этом кумулированный эффект является значительным.

Операционный риск и финансовый риск являются основными формами риска инвестиционной деятельности, обе категории рисков оцениваются обычно для формирования бюджета проекта.

Операционный риск касается вероятности возникновения различных существующих изменений денежных потоков в определенном секторе бизнеса. Экономическая деятельность с циклическим характером (которая производит капитальные товары, например, в металлургии или черной металлургии) имеет более высокий операционный риск, чем нециклическая (например, при производстве и продаже пищевых продуктов).

Операционный риск сравнивается с относительной изменчивостью прибыли компании до вычета процентов и налогов (ЕВІТ). Измеряется через коэффициент вариации ЕВІТ – чем больше коэффициент вариации, тем выше операционный риск. Операционный риск определяется в основном характером деятельности компании (в зависимости от отрасли, в которой работает компания). Среди факторов влияния можно выделить: чувствительность продаж к общим экономическим колебаниям, интенсивность конкуренции и размер компании, соотношение постоянных затрат (чем выше процент постоянных затрат по сравнению с переменными, тем больше зависимость от эксплуатационной деятельности и бизнес-риск), изменчивость цен на сырье [84].

Финансовый риск, в свою очередь, относится к изменчивости доходов, вызванной различными способами финансирования проекта. По мере того, как кредитов становится больше, вероятность того, что компания не сможет их выплатить в течение определенного периода, возрастает, соответственно возрастает и риск инвесторов соответствующей компании. Это приводит к более высокой норме прибыли для инвесторов. Финансовый риск является результатом долгосрочных финансовых решений, принятых компанией, и

относится к повышенной изменчивости прибыли, доступной для обычных акционеров компании, и к высокой вероятности финансовых трудностей, испытываемых владельцами компании, если компания часто прибегает к заемным источникам финансовых средств: банковские кредиты, облигации, лизинговые контракты и т.д.

Помимо операционного и финансового рисков, инвестиционный проект также может нести риски, порожденные нестабильностью денежно-кредитных условий (инфляционный риск и валютный курс) [19]. Даже когда проект приводит к определенной продаже определенного количества продукции по заданной цене – речь идет о проекте с низким операционным риском – все же учитываются неопределенности, связанные с денежными потоками, полученными от продаж, в зависимости от колебаний валютных потоков и уровня инфляции. Способность компании повышать цены на свою продукцию зависит от существующего спроса на эти продукты, конкурентной среды, в которой работает компания, и государственных правил в отношении цен. Влияние денежно-кредитных и валютных условий на стоимость капитала зависит от эффективности финансового рынка и способности прогнозировать будущие темпы инфляции. Если проект не может быстро адаптироваться к изменениям валютного курса и росту цен, прибыль будет зависеть от того, насколько велики эти изменения и насколько восприимчив проект.

Минимизация этих денежных рисков предполагает подписание долгосрочных контрактов, в которых принимаются меры по прогнозированию последствий таких колебаний. Например, менеджер может установить отпускные цены, регулируемые с учетом роста уровня инфляции или колебаний курса национальной валюты. Этот тип экономического риска является в некоторой степени добровольным; экономические агенты сознательно и преднамеренно участвуют в «рискованных» действиях. Риск порождается неопределенностью в отношении составления «точного» прогноза на будущее или вызвано многочисленными факторами неточности (могут быть предоставлены неполные фрагменты информации или ошибки оценки, показатели с отклонениями измерений и т.д.).

Тем не менее, что объединяет большинство анализов рисков, так это попытка найти ответ по крайней мере на два вопроса: какой минимальный или достаточно определенный уровень безопасности и какой приемлемый уровень риска. Поскольку деятельность компании происходит в общей экономической среде, существует множество факторов, определяющих изменчивость ее экономических показателей с последствиями для финансовых показателей. Что касается инвестиционного решения, риск включает в себя любую ситуацию, в которой характеристики будущего события точно не известны, но, по крайней мере, известно количество возможных инвестиционных альтернатив и вероятность

наступления определенных будущих событий, имеющих отношение к успеху инвестиционного проекта.

Среди источников риска при принятии инвестиционного решения можно отметить:

- ошибки в анализе данных, касающихся инвестиционного проекта и инвестиционных возможностей в целом;
- неверная оценка определенных явлений или экономических процессов;
- непредсказуемое изменение экономической конъюнктуры;
- сложность экономической среды и масштабы проекта.

Можно выделить два типа анализа рисков – качественный и количественный.

Качественный анализ риска – процесс проведения оценки характера рисков, который устанавливает их приоритеты в соответствии с их потенциальным влиянием на цели проекта, т.е. определяет важность выявленных рисков. Этот процесс должен проходить постоянно в течение всего жизненного цикла проекта, чтобы учитывать изменения, произошедшие в рамках проекта. Результаты этого процесса могут перейти к количественному анализу риска или непосредственно к планированию решения проблемы риска.

К качественным рискам инвестиционного проекта могут быть отнесены [3]:

- Риски, связанные с человеческими ресурсами. Они относятся к отсутствию технической квалификации, необходимой для организации, о которой идет речь, для качественной реализации, из-за неправильного анализа человеческих ресурсов, задействованных в проекте, или требований, предъявляемых каждым видом деятельности. Это включает в себя риски, связанные с командой проекта, которая иногда не обладает достаточными навыками для управления всеми этапами проекта в оптимальных условиях.
- Технические риски. Качество конечных результатов проекта, будь то продукт, здание или курс, не совпадает с тем, которое рассматривается в проекте. Часто бывает так, что технические условия, установленные в проекте, например, связанные с приобретением материалов или оборудования, не могут быть выполнены по различным причинам, что косвенно влияет на качество проекта в целом.
- Правовые риски. Это риски изменения налоговой политики или административных процедур, изменения в законодательстве, задержки с возвратом средств, которые заметно препятствуют развитию инвестиционных проектов.

- Общеэкономические риски. Это валютные риски, рост цен на сырье, материалы, риски взаимодействия со смежниками.
- Эксплуатационные и производственные риски Недооценка затрат на содержание, ремонт и модернизацию оборудования. Неисправность в работе машин, механизмов, выход из строя систем энерго- и водоснабжения, низкое качество материалов, оборудования, не позволяющие применить их по назначению.
- Климатические и экологические риски. Погодные катаклизмы, аварии на производстве, вредность производства.

Количественный анализ рисков – это процесс, предназначенный для проведения численной оценки вероятности и влияния каждого риска на цели проекта и их влияния на общий риск проекта. Для этого процесса используются различные методы, такие как анализ чувствительности, сценарный анализ, моделирование по методу Монте-Карло и т.д. В общем случае эти методы основаны на разработке достоверных моделей, позволяющих:

- определить вероятность невыполнения конкретных целей проекта;
- количественно оценить подверженность проекта риску и определить сумму резервов для непредвиденного покрытия расходов;
- определить риски, требующие большего внимания, путем количественной оценки их вклада, по отношению к общим рискам проекта;
- определить реалистичные затраты, программу и цели, которые могут быть достигнуты.

В целом, количественно ориентированные методы включают в себя следующие этапы:

- Наблюдение – состоит во внимательном наблюдении за явлением, определяющим проблему, фактами, мнениями;
- Определение реальной проблемы – производится путем внимательного анализа всех факторов и явлений по результатам наблюдений;
- Разработка альтернативных решений – описываются различные варианты действий или решения реальной проблемы;
- Выбор оптимального решения – различные количественные модели/решения оцениваются до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение.
- Проверка оптимального решения – включает в себя определение целей и реализацию решений для достижения целей;

- Установление адекватной проверки и валидации – решение остается оптимальным до тех пор, пока сохраняются исходные (неискаженные) причинно-следственные связи.

1.2 Существующие подходы к анализу риска инвестиционного проекта

Современные реалии, в которых действуют участники инвестиционного процесса – характеризуются постоянной динамичностью, изменение которых часто сложно предсказать. Постоянное столкновение инвестиционных субъектов с растущей неопределенностью порождает необходимость в поиске путей ее преодоления. Инвестор вынужден адаптироваться в текущих условиях среды, где единственная определенность – это прошлое, в то время как принятие инвестиционных решений всегда направлено на будущие периоды. Большинство проблем, связанных с управлением предприятием, включая управление инвестициями, решаются в условиях неопределенности, при отсутствии достаточной определенной информации, необходимой для их решения. Отсутствие возможности узнать наперед будущие события и параметры значительно затрудняет правильную оценку инвестиционных проектов и сужает возможности в принятии верных инвестиционных решений. Решение проблем, связанных с инвестициями в условиях неопределенности, в частности оценка инвестиционных проектов в условиях неопределенности и риска, возможно решить с применением различных методов и техник.

Можно выделить следующие группы традиционных методов анализа риска, применяемых при проектировании инвестиций: методы корректировки притока денежных средств и ставки дисконтирования; метод анализа чувствительности критериев эффективности инвестиций; вероятностные и статистические методы: метод сценариев, метод Монте-Карло, метод деревьев решений. Выбор конкретного метода анализа инвестиционного риска зависит от возможностей информационной базы, требований к конечным результатам.

Оценка инвестиционного проекта и исследование критериев, составляющих основу этой оценки, осуществляются через отслеживание определенных входных значений, необходимых для расчета результирующего показателя. Влияние различных факторов на значения входных показателей в будущем делает наши оценки не всегда корректными. Если стоит задача принять во внимание все возможные исходы, необходимо заблаговременно проанализировать влияние потенциальных колебаний исходных значений на конечный результат, чтобы получить результат расчёта уже с учётом нечёткой входной информации.

Для оценки и сравнения инвестиционных проектов используют следующие основные числовые критерии эффективности инвестиций [41]:

- чистый дисконтированный доход (NPV – Net Present Value);
- внутренняя норма доходности (IRR – Internal Rate of Return);
- срок окупаемости (PP – Payback Period);
- индекс рентабельности (PI – Profitability Index).

Запишем один из вариантов формулы чистой современной стоимости инвестиций [7]:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+r)^i} + \frac{A}{(1+r)^{i+N}} \quad (1.1)$$

где I – стартовый объем инвестиций, N – число плановых интервалов инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни проекта, CF_i – сальдо поступлений и платежей в i -ом периоде, r – ставка дисконтирования, выбранная для проекта с учетом оценок ожидаемой стоимости используемого в проекте капитала, A – ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса. Данный показатель является основным критерием, на основе которого строятся все показатели при анализе инвестиционного проекта:

- Внутренняя норма доходности (IRR) – это такая ставка дисконтирования, при которой NPV проекта равен нулю. Ставка внутренней нормы доходности определяет максимальную допустимую стоимость капитала проекта, превышение которой делает проект убыточным.
- Срок окупаемости (PP) – это момент времени, в который NPV проекта становится равным дисконтированной стоимости инвестиций.
- Индекс рентабельности (PI) оценивает степень отдачи от инвестиций. Он показывает, сколько денежных единиц NPV приходится на одну денежную единицу дисконтированных затрат.

Одним из самых распространенных методов анализа риска считается анализ чувствительности. Анализ чувствительности – это процедура расчета, используемая для исследования влияния изменений входных данных на выходные результаты одной модели. Это процедура, которая чаще всего используется на начальных этапах принятия инвестиционных решений, связанных с оценкой инвестиционного проекта в условиях неопределенности. Целью анализа чувствительности является:

- помочь определить ключевые переменные, влияющие на денежные потоки и выгоды проекта;

- оценить последствия вероятных неблагоприятных изменений этих ключевых переменных;
- оценить, могут ли такие изменения повлиять на проектные решения;
- определить действия, которые могли бы смягчить возможные неблагоприятные последствия для проекта.

Методологический подход к анализу чувствительности инвестиционных проектов в достаточно общих чертах может быть представлен следующим образом.

Во-первых, определяется набор ключевых количественных параметров, которые будут служить основой для оценки инвестиционного проекта. После этого определяется набор входных значений, наблюдаемых при расчете параметров, и выбираются значения, влияние которых будет проанализировано, например, доход от инвестиционного проекта, инвестиционная стоимость, ставка дисконтирования и т.д. Анализ инвестиционного проекта сопряжен с множеством переменных: некоторые из них будут предсказуемыми или относительно незначимыми для исследуемого проекта. Тогда нет необходимости исследовать чувствительность показателей к таким переменным. Другие переменные могут быть, напротив, менее предсказуемы и более значимы для проекта в целом.

В результате предыдущего шага и анализа контекста проекта предварительный набор вероятных ключевых переменных может быть выбран на следующей основе:

- переменные, которые численно велики, например, инвестиционные затраты;
- существенные переменные, которые могут быть небольшими, но значение которых очень важно для проектирования проекта;
- переменные, возникающие в начале срока реализации проекта, например, инвестиционные затраты и первоначальные постоянные эксплуатационные расходы, на которые дисконтирование не повлияет.
- переменные, на которые влияют экономические изменения, такие как изменения в реальном доходе.

Итак, при анализе инвестиционного проекта в нашем распоряжении имеется набор параметров (чистая приведенная стоимость, внутренняя норма прибыли, срок окупаемости и т.д.) в качестве основы для оценки, а также набор значений (доход, затраты, ставка дисконтирования, стоимость инвестиций и т.д.), на основе которых можно рассчитать эти самые параметры.

Определяется диапазон, в котором эти значения могут изменяться. Предлагаемые изменения в ключевых переменных должны быть хорошо объяснены. Анализ чувствительности должен основываться на наиболее вероятных изменениях. Можно также

рассмотреть комбинации переменных. Например, можно рассчитать влияние на *NPV* или *IRR* одновременного снижения экономических выгод и увеличения инвестиционных затрат.

После этого вычисляются значения отдельных параметров, максимальные и минимальные значения, которые определенные переменные могут принять для конкретного инвестиционного проекта, а также представление полученных результатов. Наконец, мы анализируем и интерпретируем результаты, а также определяем меры и действия, которые помогут нам, возможно, предотвратить или устранить неблагоприятные последствия и добиться определенных улучшений. Результатом анализа, помимо графического представления, служат такие числовые параметры, как запас прочности проекта как мера возможного диапазона изменения ключевых переменных и коэффициент эластичности в качестве меры изменчивости переменных. Коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов изменится интегральный показатель *Y* проекта при изменении какого-либо параметра *x* на один процент [33]:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta Y}{\Delta x} * \frac{x}{Y} \quad (1.2)$$

Итак, метод анализа чувствительности позволяет количественно оценить влияние на проект изменения его ключевых переменных. При этом определяются предельные значения этих переменных, при которых проект все еще остается эффективным. Доступный запас прочности сравнивается с субъективной или статистической оценкой вариации ключевых переменных. Метод может быть изменен с учетом корреляций между ключевыми переменными.

Как правило, анализ чувствительности ответит инвестору на следующие вопросы. Если какое-либо входное значение, например, общая стоимость инвестиций, колеблется в интервале, каков будет интервал результирующего параметра? И далее, какое минимальное значение я могу принять, чтобы инвестиционный проект по-прежнему оставался приемлемым для реализации в соответствии с выбранными параметрами? Какие переменные имеют показатели высокой чувствительности? Насколько вероятны (неблагоприятные) изменения в значениях переменных, которые изменят решение по проекту?

Анализ сценариев – методика анализа рисков инвестиционных проектов, которая учитывает как чувствительность к различным модификациям ключевой переменной, так и вероятный диапазон значений этой переменной. Сценарный метод предполагает прогнозирование вариантов развития внешней среды и оценку эффективности инвестиций по каждому сценарию. Сценарный анализ – это поведенческий подход, который использует

несколько возможных альтернативных результатов (сценариев), чтобы получить представление об изменчивости доходности, измеряемой с помощью показателя *NPV*. Когда факторы имеют взаимозависимый характер, анализ сценариев дает представление о различных комбинациях факторов, которые показывают, как проект будет выглядеть в различных сценариях. Это поощряет «условное мышление», описывающее будущее набором возможных случайностей [74]. Оценка доходов или расходов при определенных сценариях дает более точные оценки, чем абсолютная оценка оптимистических или пессимистических значений.

Сценарный анализ основан на формировании дискретных распределений вероятностей достижения чистой приведенной стоимости проекта и ее анализе. Основными показателями риска являются: стандартное отклонение, дисперсия и коэффициент вариации.

В отличие от анализа чувствительности, в котором изменяется одна переменная за раз, в анализе сценариев мы можем изменить несколько входных данных, чтобы они были лучше или хуже, чем ожидалось. Однако мы можем выбрать столько сценариев, сколько захотим, выбрав любое количество различных наборов результатов для денежных потоков. Оценка ряда сценариев дает субъективное представление об изменчивости *NPV* в зависимости от изменений в наших предположениях о том, какими окажутся денежные потоки. Описание оптимистических и пессимистических сценариев может быть полезно для того, чтобы дать менеджерам некоторое представление о риске "снижения" и потенциале «роста», связанных с проектом. Кроме того, анализ сценариев позволяет нам присваивать вероятности базовому, лучшему и худшему вариантам. После этого мы можем найти ожидаемое значение и стандартное отклонение показателя *NPV* проекта, чтобы получить лучшее представление о риске проекта.

Присваивая сценариям определенные вероятности, мы можем построить профиль риска, а также вычислить стандартное отклонение и асимметрию распределения. Для оценки проекта часто используются так называемые «наихудший сценарий», «наиболее вероятный сценарий» и «оптимистический сценарий», что позволяет приблизительно оценить разброс результатов проекта и его прибыльность (или убыточность) в случае ухудшения экономической ситуации. Сценарный метод включает в себя следующие шаги:

- определение нескольких вариантов изменения ключевых базовых показателей (например, наихудший, наиболее вероятный и оптимистичный сценарий);
- назначение определенной вероятностной оценки каждому варианту изменения; расчет вероятных значений *NPV* (или *IRR*, или *PI*), а также оценка отклонений от среднего значения для каждого варианта;

- проведение анализа вероятностных распределений полученных результатов.

Проект с наименьшим значением стандартного отклонения и коэффициента вариации считается менее рискованным. В целом, метод позволяет получить достаточно четкую картину для различных вариантов реализации проектов, а также предоставляет информацию о чувствительности и возможных отклонениях.

Имитационное моделирование инвестиционных процессов является более мощным и сложным инструментом анализа инвестиционных рисков и требует использования соответствующего программного обеспечения. Анализ рисков с использованием вероятностного принципа моделирования основан на методе моделирования Монте-Карло, с помощью которого прогнозируются основные переменные для оценки влияния риска на результаты проекта. В процессе моделирования строятся последовательные сценарии с использованием входных значений ключевых неопределенных переменных проекта, которые выбираются из многозначных вероятностных распределений. Входные данные обычно представляют собой случайные величины, генерируемые генератором случайных чисел.

Моделирование осуществляется таким образом, чтобы случайный выбор значений из заданных распределений вероятностей не нарушал существования известных или предполагаемых корреляционных связей между переменными проекта. Результаты собираются и анализируются статистически, чтобы определить распределение вероятностей потенциальных результатов проекта и оценить различные меры риска проекта.

Алгоритм имитационного моделирования можно разбить на следующие шаги (Рисунок 1).

Шаг 1 – Модель прогнозирования. Установление взаимосвязей между исходными и выходными показателями в виде математического уравнения или неравенства. Модель способна правильно прогнозировать, если она снабжена правильными данными. Хорошая модель – это такая модель, которая включает в себя все релевантные переменные (и исключает все нерелевантные) и определяет правильные отношения между ними.

Шаг 2 – Переменные риска. Анализируя переменные риска, мы должны ответить на следующие вопросы: какие переменные являются неопределенными и критичными для жизнеспособности проекта? Что мы знаем об этих неопределенностях? Переменная риска определяется как переменная, которая имеет решающее значение для жизнеспособности проекта в том смысле, что небольшое отклонение от его прогнозируемой величины является как возможностью, так и угрозой для стоимости проекта. Лучший способ выбрать переменные риска – произвести предварительно анализ чувствительности проекта. Анализ



Рисунок 1 – Процесс анализа рисков методом Монте-Карло

неопределенности, в свою очередь, – это достижение некоторого понимания типа и величины неопределенности путем компиляции переменных, подлежащих тестированию, и использования его для выбора переменных риска. Например, может оказаться, что небольшое отклонение в стоимости очень существенно для доходности проекта. Однако существует вероятность того, что даже такое небольшое отклонение может быть крайне незначительным, если по контракту есть обязательства и гарантии по согласованной цене. Таким образом, риск, связанный с этой переменной, незначителен, даже несмотря на то, что результат проекта очень чувствителен к нему. И наоборот, переменная проекта с высокой неопределенностью не должна включаться в вероятностный анализ, если только ее влияние на результат проекта в пределах ожидаемых пределов неопределенности не является значительным. Есть две причины включения только наиболее важных переменных в анализ рисков: во-первых, чем больше число вероятностных распределений, используемых в случайном моделировании, тем выше вероятность генерации несогласованных сценариев из - за сложности установления и мониторинга взаимосвязей для коррелированных переменных. Во-вторых, затраты, необходимые для определения точных распределений вероятностей и условий корреляции для многих переменных с небольшим возможным влиянием на результат, скорее всего, перевесят любую получаемую выгоду. Следовательно, вместо того, чтобы расширять масштабы анализа и охватить большее число переменных

проекта, более продуктивно сосредоточить внимание и имеющиеся ресурсы на том, чтобы добавить больше глубины к предположениям относительно нескольких наиболее чувствительных и неопределенных переменных в проекте.

Шаг 3 – Задание распределения вероятностей для ключевых параметров модели. После того, как мы определили переменные риска, мы должны выбрать для них наиболее подходящие распределения. Хотя почти невозможно точно предсказать фактическое значение, которое переменная может принять когда-нибудь в будущем, вполне возможно включить истинное значение в пределы достаточно широкого распределения вероятностей. Необходимо использовать имеющиеся данные и экспертное мнение для определения диапазона значений и вероятностей, которые могут быть использованы для определения исхода будущего события. Можно различать две основные категории вероятностных распределений.

Первая категория, когда существуют различные типы симметричного распределения. Например, нормальное, равномерное и распределение вероятностей Стьюдента распределяют вероятности симметрично по всему определенному диапазону, но с различной степенью концентрации в сторону средних значений. Изменчивость многих переменных проекта обычно может быть адекватно описана с помощью одного такого симметричного распределения. Симметричные распределения более уместны в ситуациях, для которых конечный результат прогнозируемой переменной, вероятно, будет определяться взаимодействием одинаково важных противодействующих сил по обе стороны определенных пределов диапазона.

Вторая категория вероятностных распределений – это ступенчатые и асимметричные распределения. С помощью асимметричного распределения можно определить интервалы диапазона, придавая каждому свой собственный вес вероятности пошаговым образом. Он более подходит в ситуациях, когда экстремальное значение в пределах определенного диапазона является наиболее вероятным исходом.

Шаг 4 – Коррелированные переменные. Необходимо определить, существуют ли корреляции между выбранными переменными риска. Определение и привязка соответствующих вероятностных распределений к переменным риска является основополагающим шагом в применении метода Монте-Карло для анализа рисков. Выполнив эти два шага с помощью надежной программы, технически возможно перейти к этапу моделирования, на котором компьютер строит ряд сценариев проекта на основе случайных входных значений, полученных из заданных распределений вероятностей. Однако переход непосредственно к моделированию будет правильным только в том случае,

если между любыми выбранными переменными риска не существует существенных корреляций.

Шаг 5 – Запуск модели, расчет основных характеристик распределения исходных и выходных показателей. После того, как все предположения, включая условия корреляции, были установлены, остается только обработать модель (каждый пересчет выполняется один раз), пока не будет собрано достаточно результатов, чтобы составить репрезентативную выборку из почти бесконечного числа возможных комбинаций. В ходе моделирования значения переменных риска выбираются случайным образом в заданных диапазонах и в соответствии с заданными распределениями вероятностей и условиями корреляции. Каждый запуск генерирует разные входные значения переменных риска. Результат каждого запуска вычисляется и сохраняется для статистического анализа.

Шаг 6 – Проведение анализа полученных результатов и принятие решения. Заключительным этапом процесса анализа рисков является анализ и интерпретация результатов, полученных на этапе запуска модели. Вероятность того, что результаты проекта будут ниже определенного значения, – это просто количество результатов, имеющих меньшее значение, умноженное на вес вероятности одного запуска. Сортируя данные в порядке возрастания, становится возможным построить кумулятивное распределение вероятностей всех возможных результатов. Благодаря этому можно наблюдать степень вероятности того, что результат проекта будет выше или ниже любого заданного значения. Таким образом, проектный риск отражается в форме кумулятивного распределения вероятностей доходности проекта. Полученное среднее значение показателя суммирует информацию, содержащуюся в распределении вероятностей. Это средневзвешенное значение значений всех вероятных результатов. Коэффициент вариации также является полезной суммарной мерой риска проекта. Это стандартное отклонение прогнозируемой доходности, деленное на ожидаемое значение. Предполагая положительное ожидаемое значение, чем ниже коэффициент вариации, тем меньше риск проекта. Результаты имитационного эксперимента могут быть дополнены статистическим анализом, а также использованы для построения прогнозных сценарных моделей.

1.3 Достоинства и ограничения существующих подходов анализа риска проектов

Преимуществом анализа чувствительности является выявление переменных, наиболее важных для успеха инвестиционного проекта. Он используется для изучения влияния изменения конкретных базовых переменных на эффективность инвестиций при условии, что остальные переменные остаются неизменными. Однако принципы и механизмы его применения не позволяют рассчитать вероятность изменений, а также вероятностные показатели формирования именно данного NPV, а не другого. Поэтому этот метод может служить только источником информации для более точных методов учета риска. Анализ чувствительности параметров эффективности инвестиций дает возможность оценить влияние на проект изменения его ключевых переменных, а также запас прочности этих факторов, хотя и не содержит инструментов для расчета величины риска.

Анализ сценариев предоставляет полезную информацию об индивидуальном риске проекта. Но обычно это ограничивается небольшим количеством дискретных результатов проекта, хотя на самом деле существует множество возможностей.

У сценарного анализа есть следующие сильные стороны [76]:

- Сценарии развивают инновационное мышление о возможных будущих поведенческих путях конкретного события;
- В той мере, в какой разработка сценариев стимулирует творческое мышление и противоречивые дебаты, предполагается, что она позволяет избежать распространенных ошибок и предубеждений, таких как чрезмерная самоуверенность, неверная оценка вероятностей.

Существуют следующие слабые стороны сценарного анализа [76]:

- Успех сценарного анализа зависит от многих условий: например, правдоподобия и релевантности сценариев, их согласованности, сложного повествовательного описания сценариев и т.д.
- Высокая субъективность при назначении вероятностных характеристик сценариев;
- Сценарии требуют постоянного пересмотра, уточнения и контроля со стороны аналитика;
- Сценарии неэффективны, если они не интегрированы в процесс принятия решений;
- В целом инструменты, включая сценарное планирование и вероятностные модели риска, хороши только в той мере, в какой их разрабатывают или используют люди;

- Методология плохо применима к техническим решениям, которые должны быть реализованы в краткосрочной перспективе;
- Невозможно, чтобы сценарии охватывали весь спектр будущих возможностей.

Эксперты, как правило, слишком оптимистичны, задавая пессимистичный сценарий, и слишком пессимистичны на оптимистичном. Никто не застрахован от этой ловушки, включая профессиональных экспертов и компании, которые их используют [67].

Преимущество метода Монте-Карло перед анализом чувствительности и сценарным методом заключается в одновременном изменении нескольких условий с разной вероятностью. Метод моделирования Монте - Карло является полезным инструментом в оценке проектов. Используя эту методику, можно получить следующие конкретные преимущества:

- Инструмент повышает потенциал для принятия решений по инвестиционным проектам. Проект, NPV которого невелик, все еще может быть принят после анализа риска, если удовлетворительная доходность превышает вероятность получения неприемлемого убытка.
- Проект может быть переформулирован в соответствии с позициями и требованиями инвестора. Проект может быть переработан с учетом конкретных предрасположенностей инвестора к риску.
- Анализ увеличивает коммуникацию между аналитиком и лицом, принимающим решения. Проведение анализа рисков при оценке проектов включает в себя сбор информации, которая в значительной степени отражает приобретенные знания и опыт руководителей высшего звена организации.
- Он предоставляет необходимую информационную базу для облегчения управления рисками между различными сторонами, участвующими в проекте. После оценки различных источников риска проектный риск может быть по контракту распределен между теми сторонами, которые лучше всего способны нести его и управлять им.
- Наконец, аналитик должен быть осторожен: он должен определить основные коррелированные переменные и предоставить анализ влияния таких корреляций в модели, точность его предсказаний должна быть такой же хорошей, как и предсказательная способность используемой модели.
- Вероятностные результаты – моделирование по методу Монте-Карло показывает не только то, что может произойти, но и насколько вероятен каждый результат. Это может быть очень полезно для участников при обсуждении гипотетических ситуаций, включая возможные ущербы.

- Графические результаты – моделирование методом Монте-Карло позволяет легко создавать графические средства, которые показывают диапазон возможных результатов в сценарии.

Метод Монте-Карло обладает следующими недостатками:

- Предположения о распределении – моделирование по методу Монте-Карло строится вокруг определенного типа статистического распределения. Используйте правильное распределение, и ваши результаты будут действительными, используйте неправильное распределение, и результаты будут бессмысленными. Экспертные предположения могут быть разумными или неразумными – это зависит от обстоятельств.
- Моделирование методом Монте-Карло обычно требует нескольких (возможно, многих) запусков при заданных входных значениях.
- Исходные допущения – моделирование по методу Монте-Карло так же хорошо, как и исходные данные, с которых они начинаются. Выбор входных данных, связанных с вероятностью успеха этого моделирования, и является ключевым вопросом, который определяет полезность модели.
- Допущения формул – моделирование по методу Монте-Карло строится на основе математических формул, определяющих конечные значения. Иногда эти формулы просты и неоспоримы, но во многих случаях это не так. Многие программы моделирования Монте-Карло имеют встроенные формулы, чтобы помочь пользователю получить быстрые результаты. Эти программные пакеты критически ограничены, потому что эти формулы часто используются неправильно – программное обеспечение становится формой черного ящика, на который люди слишком сильно опираются, не в состоянии по-настоящему понять основной процесс, который генерирует результаты.

На основе изучения использования традиционных методов следует определить общие для всех рассмотренных методов основные недостатки и ограничения экономико-математических моделей, а также методов оценки эффективности и рисков проектов:

- Высокая доля риска неправильной субъективной оценки при присвоении вероятностей экспертных оценок;
- Часто основной проблемой является отсутствие статистической информации для разумного применения вероятностных методов;

На протяжении многих лет различные авторы рассматривали разные инструменты для оценки риска инвестиционных проектов в условиях информационной

неопределенности, анализировали их достоинства и недостатки. В практике инвестиционной деятельности изучением методов анализа риска инвестиционного проекта в условиях риска и неопределенности занимались такие ученые, как Виленский П.Л., Смоляк С.А., Лившиц и другие.

Почти все научные исследования показывают несовершенство и непроработанность традиционных методов анализа риска инвестиционных проектов. Многие авторы также отмечают, что в большинстве случаев традиционные модели неадекватно описывают наличный уровень информационной неопределенности и имеют ряд ограничений, препятствующих их широкому практическому применению.

У. Шарп [86] в своей работе «Инвестиции» рассматривает метод анализа чувствительности критериев эффективности, с помощью которого оценивается влияние различных факторов инвестиционного проекта на ключевой показатель эффективности. Автор отмечает, что данный метод неэффективен, поскольку допускает предположение, что все остальные факторы остаются неизменными, что очень редко (скорее никогда) отвечает действительности.

В работе «Оценка эффективности инвестиционных проектов» Виленский П.Л. [11] рассматривает метод корректировки ставки дисконтирования, предполагающий приведение будущих денежных потоков к настоящему моменту времени по более высокой ставке, и отмечает, что он не дает никакой информации о степени риска, возможных отклонениях конечных экономических результатов. В качестве другого недостатка этого метода отмечается значительные ограничения возможностей полного информационного обеспечения процесса моделирования сценариев развития инвестиционного проекта. Количественный вывод делается на основе изменения одного показателя, например, нормы дисконта.

В работе «Оценка экономической эффективности инвестиций» В.В. Царев [82] описывает метод достоверных эквивалентов, предполагающий корректировку не нормы дисконта, а денежных потоков инвестиционного проекта в зависимости от достоверности оценки их ожидаемой величины и отмечает, что его использование на практике как самостоятельного инструмента анализа риска весьма ограничено, поскольку метод однофакторный, в рамках него изменение одного фактора рассматривается изолировано, когда же в реальной практике все экономические факторы всегда в той или иной степени коррелированы между собой.

Виленский П.Л., Смоляк С.А. также замечают [11], что метод сценариев позволяет преодолеть основной недостаток метода анализа чувствительности показателей эффективности, поскольку его при его применении возможно учитывать изменение сразу

нескольких факторов риска. Однако и в этот раз авторы подмечает его несовершенство: его использование требует выполнения достаточно большого объема работ по отбору и аналитической обработке информации для каждого возможного сценария. В итоге, количество сценариев, подлежащих обработке, слишком ограничено.

Дугушкина А. Н. [22] в работе «Основные принципы оценки эффективности инвестиций» анализирует использование метода имитационного моделирования, который позволяет построить математическую модель проекта с неопределенными значениями параметров, и наблюдает, что метод сложно реализуем, точность оценок во многом зависит от качества исходных данных.

Итак, на основе результатов анализа множества научных работ в области оценки проектов в условиях риска и неопределенности, можно сделать вывод, что большинство исследователей придерживаются мнения, что традиционные методы теоретически значимы, однако при этом имеют ряд серьезных недостатков, в связи с чем большинство из них располагают ограниченной практической применимостью по причине сильного упрощения моделей, несоответствия реальной среде исследуемых проектов. Необходимо дополнительно добавить такой аппарат, с помощью которого возможно адекватное описание исходных данных проектов, проведение соответствующего анализа эффективности и привлекательности проектов и, наконец, получение корректных результатов.

На практике, особенно в инвестиционном проектировании, часто бывает легче указать интервал, в котором может находиться оцениваемая величина, чем его точную точечную оценку. И если рассматривать эту величину как нечеткую, то возникает возможность на основе определенного статистического материала или выводов, сделанных экспертами, построить функцию, которая показывала бы, насколько допустимо значение оцениваемого параметра на данном интервале. В этом случае на помощь может прийти аппарат теории нечетких множеств, основанный на работах Лофти Заде [25]. Этот метод будет рассмотрен в следующей главе.

2 Методы учёта нечёткой информации в анализе инвестиционного проекта

2.1 Основные положения теории нечетких множеств

В 1965 году Лофти Заде опубликовал статью под названием «Нечеткие множества» в малоизвестном журнале «Информация и управление». Эта статья вызвала огромный интерес среди исследователей и положила начало стремительному росту новой дисциплины математики – теории нечетких множеств. Сегодня теорией нечетких множеств занимается гораздо больше исследователей, и она используется во многих дисциплинах: экономике, информатике, теории управления и т.д.

Начиная с конца 1970-х годов, методы теории нечетких множеств впервые находят свое применение в экономических исследованиях. Большой вклад в эту область внесли Дж. Бакли [95], М. Бояджиева [94], Л. Дымовой [96], А. Коффмана [99], Циммермана [107]. В своих работах перечисленные ученые разрабатывали теоретические положения и формализмы аппарата нечетких множеств, строили математические модели для решения реальных экономических задач.

М.Гупта [98] применил аппарат нечетких множеств для анализа ставки дисконтирования и создал метод нечеткой приведенной стоимости для выбора альтернативных инвестиций. Дж. Бакли [95] предложил теорию нечеткого бюджетирования капитала и развивал использование нечетких множеств для решения проблем, связанных со сложными процентами в финансовой математике, а также рассмотрел систему дифференциальных уравнений с нечеткими параметрами. Циммерман [107] разработал основные программные решения и информационные технологии, решающие экономические задачи и с использованием нечетко-множественной теории. В 2018 г. А.С. Птускин в своей книге «Решение стратегических задач в условиях размытой информации» [58] предложил модель принятия решений для оценки рисков и ранжирования проектов по уровню рисков на основе размытой информации.

Стоит упомянуть ученых, внесших огромный вклад в развитие данного математического аппарата в России в последние годы: Недосекин А.О. [44-48], Овсянко А. [47], Воронов К.И. [44], Максимов О.Б. [45].

Теория нечетких множеств предлагает несколько подходов, применимых для оценки и принятия решений на фоне неопределенности в анализе рисков инвестиционных проектов. Их основная задача – придать исходным нечётким данным формализованный вид, а их основная функция – добиться наибольшей эффективности проекта с применением

нечетких интервалов. Следует отметить, что введение любого интервала всегда сопровождается конкретной степенью неопределенности. С помощью определенных операций, например, арифметических, с этими нечеткими интервалами, в соответствии со всеми правилами и законами нечеткой логики, возможно получить конечный (результатирующий) интервал для целевого показателя. Что касается границ интервала, то они задаются в основном экспертным путем на основе исходной информации, опыта и других факторов эксперта.

В то время как в классической теории множеств элемент либо содержится, либо не содержится в заданном множестве, в теории нечетких множеств переход между принадлежностью и отсутствием принадлежности происходит постепенно. Теория направлена на моделирование ситуаций, описанных в расплывчатых или неточных терминах, или ситуаций, которые слишком сложны или плохо определены, чтобы их можно было анализировать обычными методами.

Одной из характеристик теории нечетких множеств является манипулирование компонентом как лингвистической переменной. Лингвистическая переменная – это переменная, значения которой являются не числами, а словами и выражениями, которые отражают размытую характеристику, поскольку они не имеют определенного числового значения. Лингвистические переменные являются строительными блоками системы нечетких множеств. Вероятность риска можно рассматривать как числовое значение в диапазоне интервалов $X = [0, 100\%]$, а лингвистическая переменная может принимать такие значения, как «высокий риск», «умеренный риск», «низкий риск» и т. д. Каждое из этих лингвистических значений может быть интерпретировано как метка нечеткого подмножества $X = [0, 100\%]$. Лингвистическая переменная задается кортежем $\langle \beta, U, T, G, M \rangle$, где β – имя лингвистической переменной; U – универсальное множество; T – множество основных лингвистических значений (термов) переменной β , которые сформулированы на естественном языке (T также называется базовым терм-множеством); G – синтаксическая процедура образования новых термов, M – семантическая процедура, которая каждому терму из T ставит в соответствие конкретное нечеткое множество. Для того чтобы формализовать термы, обычно используют нечеткие числа и интервалы.

Нечеткое множество A определяется как множество элементов, каждому из которых сопоставлена степень принадлежности этого элемента множеству A . Оно характеризуется функцией принадлежности $\mu_A(x)$ которая связывает с каждой точкой x действительное число в интервале $[0, 1]$, которое показывает «степень принадлежности» значений к A .

Для формализации лингвистических переменных в рамках теории нечетких множеств используются следующие понятия – нечеткая переменная, нечеткое число, нечеткий интервал и т.д.

Нечеткое число A можно рассматривать как нечеткую переменную, определенную на множестве действительных чисел R , функция принадлежности которой $\mu_A(x): R \rightarrow [0, 1]$ нормальная, выпуклая и унимодальная. Простейшими видами нечетких чисел являются треугольные и трапецеидальные нечеткие числа, названные так по форме графиков своих функций принадлежности (Рисунок 2, а, б):

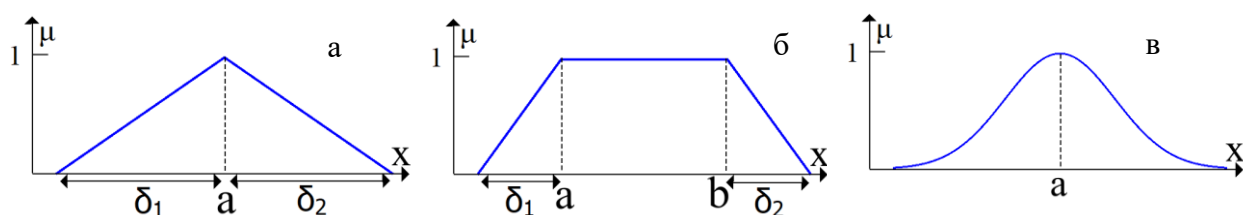


Рисунок 2 – а) Треугольное нечеткое число; б) Трапецевидное нечеткое число;
в) нечеткое число (L-R)-типа

Треугольное нечеткое число соответствует лингвистическому высказывание «величина x приблизительно равна a ». Стандартной формой для задания треугольного нечеткого числа является запись $A(a, \delta_1, \delta_2)$, где a – значение нечеткого числа с принадлежностью $\mu_A(x) = 1$ (мода), $\delta_1 > 0$ и $\delta_2 > 0$, соответственно, величины левого и правого разброса (или интервала) нечеткости (Рисунок 2, а). Трапецевидное нечеткое число – это пример нечеткого интервала. Ему соответствует высказывание «величина x находится приблизительно между a и b ». Стандартная форма для записи такого числа – $A(a, b, \delta_1, \delta_2)$ (рисунок 2, б).

В общем случае нечеткое число может иметь функцию принадлежности произвольного вида (Рисунок 2, в), удовлетворяющую условиям нормальности и унимодальности. Тогда говорят о нечетком числе (L-R)-типа. Функции принадлежности нечетких чисел (L-R)-типа задаются с помощью невозрастающих на множестве неотрицательных действительных чисел функций действительного переменного $L(x)$ и $R(x)$.

При дальнейшем рассмотрении мы будем в основном использовать треугольные нечеткие числа. Хотелось бы предварительно выделить на графике их функции принадлежности три значимые точки. Это мода треугольного нечеткого числа, то есть его значение при $\mu_A(x) = 1$. Будем называть его при анализе «наиболее ожидаемым значением». Кроме того, отметим точки на оси x (рисунок 2, а) $a-\delta_1$ и $a+\delta_2$, будем называть их, соответственно, левой и правой границей нечеткого числа (или границей нечеткости).

Зададим уровень принадлежности α как ординату функции принадлежности нечеткого числа. Тогда пересечение прямой $\mu_A(x) = \alpha$ с функцией принадлежности нечеткого числа дает пару значений, которые будем называть границами интервала достоверности [48].

Далее введем набор арифметических операций с нечеткими числами через операции над функциями принадлежности с использованием так называемого сегментного принципа. Способ состоит в том, что при фиксированном уровне принадлежности α определяются соответствующие ему интервалы достоверности по нечетким числам, например, для A и B : $[a_1, a_2]$ и $[b_1, b_2]$, соответственно. Тогда основные операции с нечеткими числами сводятся к операциям с их интервалами достоверности. А операции с интервалами, в свою очередь, выражаются через операции с действительными числами – границами интервалов [48]:

- сложение:
 $[a_1, a_2] (+) [b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2],$
- вычитания:
 $[a_1, a_2] (-) [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1],$
- умножение:
 $[a_1, a_2] (\times) [b_1, b_2] = [a_1 \times b_1, a_2 \times b_2],$ (2.1)
- деление:
 $[a_1, a_2] (/) [b_1, b_2] = [a_1 / b_2, a_2 / b_1],$
- возведение в степень:
 $[a_1, a_2]^i = [a_1^i, a_2^i].$

2.2 Модель анализа рисков инвестиционного проекта с учётом нечёткой информации

Запишем еще раз формулу (1.1) чистой современной стоимости инвестиций:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+r)^i} + \frac{A}{(1+r)^{i+N}} \quad (2.2)$$

Допустим, что переменные в (2.2) обладают «нечеткостью», т.е. их точное планируемое значение неопределённо, тогда в качестве исходных данных можно использовать треугольные нечеткие числа вида $A(a, \delta_1, \delta_2)$. Эти числа соответствуют высказыванию: «параметр A приблизительно равен a и точно находится в диапазоне $[a_1 = a - \delta_1, a_2 = a + \delta_2]$ ».

Таким образом мы имеем набор нечетких чисел для анализа эффективности инвестиционного проекта:

$I(a_I, \delta_{1I}, \delta_{2I})$ – инвестор не знает точно, какой объем инвестиционных ресурсов будет у него на момент принятия решения;

$r(a_r, \delta_{1r}, \delta_{2r})$ – инвестор нечетко оценивает стоимость капитала, используемого в проекте (например, соотношение собственных и заемных средств, а также процент по кредитам);

$CF(a_{CF}, \delta_{1CF}, \delta_{2CF})$ – инвестор не может однозначно спрогнозировать денежные потоки проекта;

$A(a_A, \delta_{1A}, \delta_{2A})$ – инвестор нечетко представляет себе условия будущей продажи бизнеса;

$G(a_G, \delta_{1G}, \delta_{2G})$ – инвестор нечетко представляет себе тот результат проекта, по которому проект может быть признан эффективным.

Преобразуем формулу (2.2) к виду, пригодному для использования нечетких исходных данных с помощью сегментного способа. По каждому нечеткому числу в структуре исходных данных получаем интервалы достоверности для соответствующих уровней принадлежности $[I_1, I_2]$, $[A_1, A_2]$, $[CF_1, CF_2]$, $[r_1, r_2]$ и так далее. И тогда, для заданного уровня α , путем подстановки соответствующих границ интервалов в (2.2) и применения приведенных ранее правил алгебраических операций с нечеткими числами, получаем [44]:

$$\begin{aligned} [NPV_1, NPV_2] &= -[I_1, I_2] + \sum_{i=1}^N \left[\frac{CF_{i1}}{(1+r_2)^i}, \frac{CF_{i2}}{(1+r_1)^i} \right] + \left[\frac{A_1}{(1+r_2)^{i+N}}, \frac{A_2}{(1+r_1)^{i+N}} \right] = \\ &= \left[-I_2 + \sum_{i=1}^N \left[\frac{CF_{i1}}{(1+r_2)^i} \right] + \frac{A_1}{(1+r_2)^{i+N}}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \left[\frac{CF_{i2}}{(1+r_1)^i} \right] + \frac{A_2}{(1+r_1)^{i+N}} \right] \end{aligned} \quad (2.3)$$

Для реконструкции результирующего нечеткого числа NPV следует задать несколько уровней принадлежности α . Далее для каждого α вычисляются границы интервалов каждого параметра. Затем, подставляя эти границы в (2.3), получим граничные значения для NPV_1 и NPV_2 для соответствующих уровней принадлежности.

Другим важным показателем эффективности инвестиционного проекта является коэффициент рентабельности инвестиций PI . Данный индекс показывает удельный объем прибыли, то есть какую отдачу инвестор получает с единицы затраченных средств. В этом его отличие NPV , который характеризует лишь общую величину прибыли, не показывая явно, с какой величиной затрат данная прибыль связана. В общем случае коэффициент рентабельности может рассчитывается по формуле:

$$PI = 1 + \frac{NPV}{I} \quad (2.4)$$

где NPV это рассмотренный выше чистый дисконтированный доход, I – сумма первоначальных инвестиций проекта. В случае, когда инвестиции выполняются в ходе проекта, необходимо использовать дисконтированный показатель рентабельности DPI , который вычисляется по формуле:

$$DPI = 1 + \frac{NPV}{\sum_{i=1}^N \frac{CI_i}{(1+r)^i}}, \quad (2.5)$$

где CI_i – инвестиционные затраты i -го периода. Переобозначим дисконтированные затраты как CI_d , и запишем выражение (2.5) через интервалы достоверности для заданного уровня принадлежности α :

$$[DPI_1, DPI_2] = 1 + \frac{[NPV_1, NPV_2]}{[CI_{d1}, CI_{d2}]} = \left[1 + \frac{NPV_1}{CI_{d2}}, 1 + \frac{NPV_2}{CI_{d1}} \right] \quad (2.6)$$

Инвестиционный проект признается эффективным, когда какой-либо его интегральный показатель (NPV или DPI) больше определенного проектного уровня G . Предположим, что инвестор задал некоторое четкое граничное значение эффективности G для NPV (Рисунок 3):

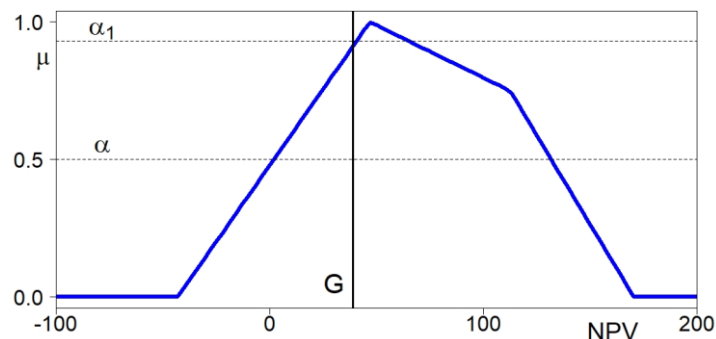


Рисунок 3 – Соотношение NPV и критерия эффективности G

Точкой пересечения функции принадлежности NPV и прямой G является точка с ординатой α_1 . Выберем произвольный уровень принадлежности α и определим соответствующий интервал $[NPV_1, NPV_2]$. При $\alpha > \alpha_1$ $NPV_1 > G$, и уверенность в том, что проект эффективен, стопроцентная, поэтому степень риска неэффективности инвестиций равна нулю. Уровень α_1 можно назвать верхней границей зоны риска. При $0 < \alpha < \alpha_1$ проект может быть как эффективен, так и неэффективен [45]. Построим график в координатах G - NPV (Рисунок 4) для некоторого уровня α , например, пусть $\alpha=0.5$:

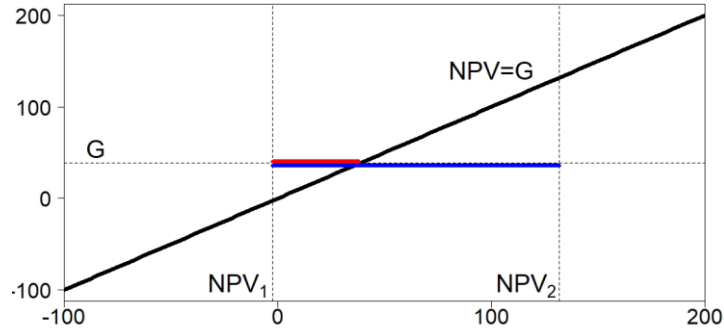


Рисунок 4 – Зона неэффективных инвестиций

Поскольку все реализации NPV при заданном уровне принадлежности α равновозможны (синяя линия), то степень риска неэффективности проекта $\varphi(\alpha)$ есть геометрическая вероятность события попадания точки (NPV, G) в зону неэффективных инвестиций (красная линия). Запишем выражение для $\varphi(\alpha)$ [45]:

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \quad G < NPV_1 \\ \frac{G - NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} & , \quad NPV_1 \leq G \leq NPV_2 \\ 1 & , \quad G > NPV_2. \end{cases} \quad (2.7)$$

Тогда итоговое значение степени риска неэффективности проекта:

$$Risk = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha \quad (2.8)$$

Так как полученная функция принадлежности NPV может иметь достаточно произвольный вид, аналитическое взятие интеграла (2.8) с подынтегральным выражением (2.7) не всегда возможно, поэтому целесообразнее воспользоваться снова сегментным способом. Разобьем область значений для $\mu_{NPV}(x) \in [0,1]$ на N сегментов $\Delta\alpha$, тогда интеграл (2.8) можно преобразовать к

$$Risk = \sum_{i=1}^{N-1} \varphi(\alpha_i) \Delta\alpha \quad (2.9)$$

Чем меньше интервал $\Delta\alpha$, тем точнее оценка риска.

Если рассматривать G как скалярную переменную, то можно ввести понятие риск-функции, как возможности того, что по результатам инвестиционного процесса значение NPV окажется ниже предустановленного граничного уровня G :

$$Risk(G) = Possibility(NPV < G) \quad (2.10)$$

2.3 Лингвистический подход к анализу риска инвестиционного проекта

Для моделирования рисков инвестиционных проектов нечеткие модели могут представляться в виде системы нечеткого вывода [18]. Для построения модели необходимо первоначально определить все предпосылки $X = \{x_i\}$, то есть факторы, являющиеся источниками риска, и все заключения $Y = \{y_j\}$, то есть показатели риска проекта. Предпосылки и заключения представляются в виде лингвистической переменной.

Для каждой лингвистической переменной задается свое терм-множество, интерпретирующее ее возможные значения. В качестве факторов риска могут выступать как количественные, так и качественные критерии. Например, в качестве качественных критериев могут быть даны следующие факторы:

- x_1 – сложность земельного участка, запланированного под строительство. Задаем терм-множество: $T_1 = \{\text{низкая (Н), средняя (С), высокая (В)}\}$
- x_2 – Наличие готовой инфраструктуры в зоне строительства. Задаем терм-множество: $T_2 = \{\text{отсутствует (О), низкое (Н), среднее (С), высокое (В)}\}$,

и так далее, количество таких факторов может составлять несколько десятков. В число этих факторов можно включать и любые количественные параметры проекта – размер инвестиций, стоимость капитала, доходы, расходы и т.д.

В качестве заключений также могут выступать как количественные, так и качественные показатели. Например, это может быть суждение о сложности проекта, его доходности и т.д. Часто это бывает общая или какая-либо специфическая оценка риска проекта:

y_1 – риск неэффективности проекта. $T_3 = \{\text{низкий риск (НР), средний риск (СР), высокий риск (ВР), очень высокий риск (ОВР)}\}$

Система нечёткого вывода основана на нечётких высказываниях и нечётких правилах вывода. Нечёткие высказывания могут быть вида

- « A есть B », где A – лингвистическая переменная, а B – её терм;
- « A есть γB », где γ – модификатор терма (например, «не», «очень» и т.д.);
- « A есть B И C есть D », в таких высказываниях могут использоваться логические И, ИЛИ, НЕ.

Нечёткие правила обычно имеют вид: «Если A есть B , то C есть D ». В правиле такого вида левая часть правила, содержащая исходные данные – это предпосылка, а правая – это следствие. При создании нечётких правил должны соблюдаться следующие условия: для каждого лингвистического терма выходной переменной должно существовать хотя бы одно

правило и для каждого лингвистического термина входной переменной должно существовать хотя бы одно правило, в котором этот терм выступает в качестве предпосылки [71].

Таким образом, создается база правил, то есть взаимосвязь между факторами и показателями модели, формально она представляет собой бинарное нечеткое отношение на декартовом произведении соответствующих нечетких множеств. Можно показать возможный пример части такой базы правил для введенных ранее факторов x_1 и x_2 и показателя y_1 (Таблица 2):

Таблица 2 – Пример части базы правил системы нечеткого вывода

№	Сложность зем. участка		Наличие инфраструктуры	Риск проекта	Формальная запись
1	Низкая	И	Среднее	Низкий риск	$(x_1 = Н) \wedge (x_2 = С) \rightarrow y_1 = НР$
2	Высокая	И	Отсутствует	Очень высокий риск	$(x_1 = В) \wedge (x_2 = О) \rightarrow y_1 = ОВР$
3	Средняя	И	Среднее	Средний риск	$(x_1 = С) \wedge (x_2 = С) \rightarrow y_1 = СР$

Процесс формирования полного перечня предпосылок, заключений и создание базы правил – самая трудоемкая и обширная часть анализа рисков инвестиционного проекта с помощью системы нечеткого вывода. При этом очень высока вероятность ошибок из-за того, что мнение эксперта может быть субъективным. Требуется максимально полное выявление всех возможных закономерностей путем получения экспертных заключений, причем для минимизации субъективности желательно сравнивать мнения независимых экспертов.

Затем, когда сформирована полная совокупность всех факторов, показателей и правил, дальнейший анализ проходит по заданному алгоритму.

Шаг 1. Фаззификация – приведение к нечеткости. Этот этап включает в себя и описанный выше процесс создания переменных и правил. Кроме того, для каждой входной переменной может быть задан соответствующий ранг, показывающий степень ее влияния на результирующую переменную. Такие ранги обычно назначают на этапе создания базы правил для более точного понимания результата логического вывода. Также на этом этапе для каждого термина каждой лингвистической переменной назначается функция принадлежности. Обычно на начальном этапе задают треугольные или трапецеидальные виды этих функций.

Шаг 2. Логический вывод – применение нечетких правил. Сначала вычисляются степени истинности нечетких предпосылок (простых или составных) с использованием

правил преобразований нечетких высказываний. Затем к вычисленным значениям истинности предпосылок применяются выводы, заданные в базе правил. Как уже говорилось, применение правила вывода порождает нечеткое бинарное отношение $R = A \rightarrow B$, где « $\rightarrow$ » называют нечеткой импликацией. Существует довольно много реализаций нечеткой импликации [8], чаще других применяется подход Мамдани [100]: импликация выполняется с помощью операции «минимум». При этом функция принадлежности заключения в каждом высказывании «отсекается» по высоте в соответствии с вычисленной степенью истинности предпосылки $\alpha_i = \mu_A(x_i^0)$:

$$\mu_{R_i}(x_i^0, y) = \min[\alpha_i, \mu_B(y)] \quad (2.11)$$

Шаг 3. Композиция – процедура объединения всех нечетких подмножеств, назначенных к каждой переменной заключения базы правил, при этом формируется одно нечеткое подмножество для каждой переменной вывода. При этом обычно используется операция «максимум»:

$$\mu_{\Sigma}(y) = \max_{i=1}^n \{\mu_{R_i}(x_i^0, y)\} \quad (2.12)$$

Шаг 4. Дефазификация – приведение к чёткости. Используется, если требуется полученные нечёткие значения выходных переменных привести к чёткому значению. Чаще других используется метод центра тяжести:

$$y_0 = \frac{\sum_i y_i * \mu_{\Sigma}(y)}{\sum_i \mu_{\Sigma}(y)} \quad (2.13)$$

Кроме того, используются метод первого максимума, высотной дефазификации и др.

Таким образом, мы рассмотрели все этапы одного из возможных методов лингвистического подхода к анализу рисков инвестиционного проекта. Так как подобный анализ на основе системы нечеткого вывода предполагает довольно большой объем обрабатываемой информации и много вычислений, были созданы программные продукты для моделирования нечетко-множественной логики. Самый известный из них, это *Fuzzy Logic Toolbox*, пакет расширения для математической среды *MatLab* [43]. Существуют и отечественные разработки, непосредственно предназначенные для экономического анализа [18].

При использовании подобной системы нечеткого вывода для практического применения обычно используется очень много качественных и количественных входных

переменных и обширные базы правил. Система нечеткого вывода может содержать несколько слоев правил – выходные переменные в одних являются входными для других. Такие разветвленные нечетко-логические структуры, помимо более полного учета факторов риска, способствует еще и минимизации субъективности эксперта при составлении какого-либо одного правила. Поэтому данный подход нецелесообразно применять при небольшом количестве факторов, слишком высока вероятность ошибочных выводов из-за субъективно составленных предпосылок и правил. Более предпочтительным, в таком случае, выглядит применение способа оценки риска инвестиционного проекта, приведенного в пункте 2.2.

Итак, инвестиционная деятельность, риски которой будут проанализированы в следующей главе, – многофакторная система, поведенческие характеристики которой довольно проблематично прогнозировать. Кроме того, экономика достаточно чувствительна к социальным тенденциям отрасли. В большинстве случаев прогнозировать изменения экономической деятельности под влиянием внешних и внутренних факторов можно только в терминах лингвистических (или нечетких) понятий. Исходя из этого, важным приоритетом в анализе рисков инвестиционных проектов будем считать использование нечеткой логики и нечеткого моделирования.

В практической части (третьей главе) рассмотрим инвестиционный проект с конкретными данными, найдем нечеткое число чистой приведенной стоимости и построим график его функции принадлежности. Будем использовать метод оценки рисков инвестиционных проектов как сложной системы с использованием методов нечеткой логики.

3 Использование нечёткой информации для анализа инвестиционно-строительных проектов ОАО «ТДСК»

3.1 Общая характеристика ОАО «ТДСК» и описание данных

Томская домостроительная компания – это крупнейшая промышленно-строительная компания, оперирующая на строительном рынке города Томска и Томской области, а также на строительных рынках других областей (Кемеровской, Новосибирской). Томская компания ОАО «ТДСК» ведет свою деятельность с 2002 года. Основной целью деятельности фирмы является получение прибыли [15].

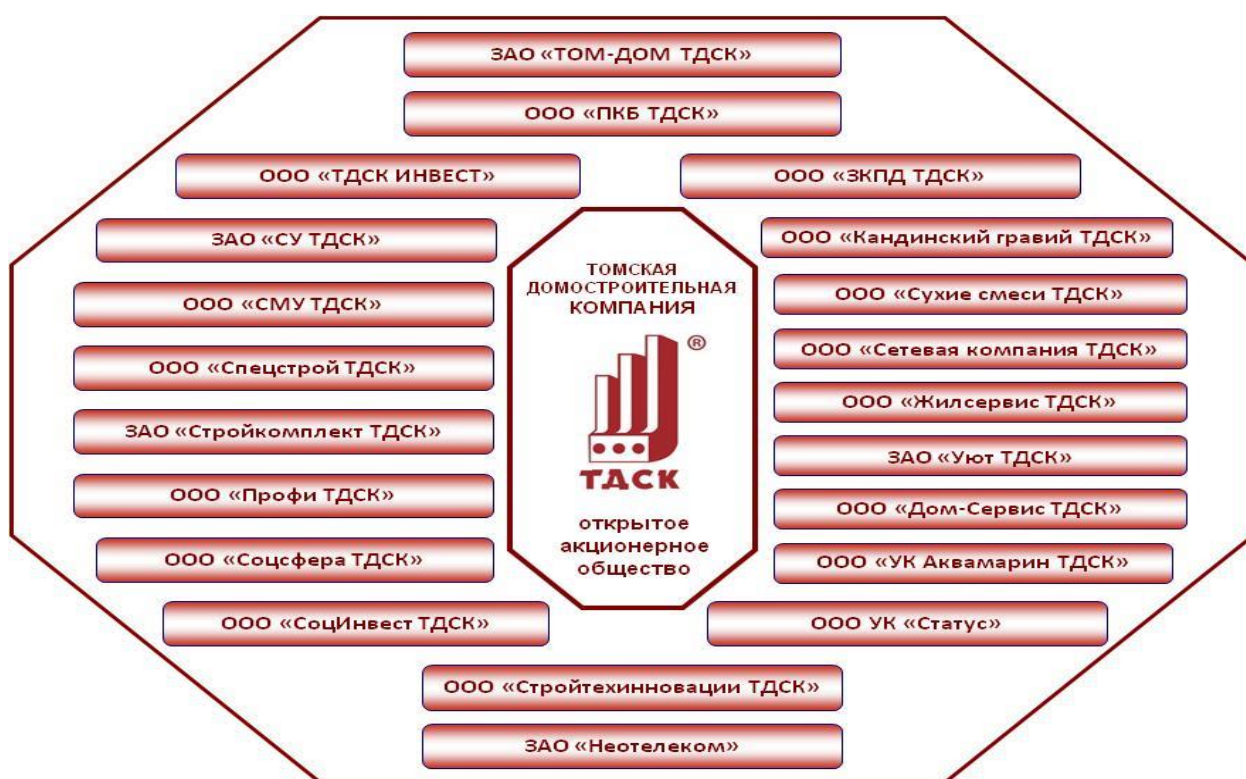


Рисунок 5 – Подразделения ОАО «ТДСК» [15]

Сегодня Томская домостроительная компания представляет собой современный, вертикально интегрированный холдинг, диверсифицированный по направлениям бизнеса. Холдинг состоит из 22 обществ, 21 из которых – дочерние, каждое из них работает в своем бизнес-направлении и, вместе с тем, является частью единого технологического комплекса, осуществляющего полный цикл работ по комплексной застройке жилых микрорайонов и дальнейшему техническому обслуживанию жилья. Строительный холдинг состоит из 21 подразделения, состав компании представлен на рисунке 5.

Спектр видов деятельности компании достаточно широк и включает в себя:

- выполнение строительно-монтажных работ на объектах жилищно-гражданского назначения как многоэтажной, так и малоэтажной застройки;
- осуществление работ по устройству наружных инженерных сетей и оборудования, по благоустройству, монтажу технологического оборудования, защите конструкций;
- производство строительных материалов, конструкций и изделий, в т.ч. для малоэтажной застройки;
- архитектурное проектирование объектов производственного назначения, жилых домов, общественных зданий и сооружений,
- технический надзор за строительно-монтажными работами;
- организация управления строительством и контроля качества;
- сдача объектов в эксплуатацию;
- техническое обслуживание энергетического и коммунального хозяйства
- обеспечение построенных домов цифровой телефонной связью и скоростным интернетом, цифровым телевидением;
- обслуживание жилого фонда и предоставление коммунальных услуг;
- инвестиционная деятельность;
- создание и внедрение инновационных разработок в строительстве.

Планомерно в течение последних лет идет увеличение доли строительства промышленных, сельскохозяйственных объектов и объектов по государственным заказам, большую часть которых составляют детские сады, школы, здания судов, объекты здравоохранения и т.д. Выросла доля инфраструктурных объектов: аэропорты, дороги, коммуникации, мосты, объекты благоустройства. Ранее в основном осуществлялось строительство жилья и общественных зданий.

Ранее жилищное строительство в основном осуществлялось за счёт средств граждан – участников долевого строительства. С 2018 года в связи с произошедшими существенными изменениями в законодательстве финансирование строительства осуществляется за счет привлечения банковского кредита и собственных средств застройщика.

ОАО «ТДСК» следует меняющимся тенденциям рынка. Среди инвестиционных проектов организации можно выделить: строительство жилого района «Радонежский», «Южные ворота», «Микрорайон Ясный», «Аквамарин» и др. Далее будем рассматривать подробнее 2 проекта, относящиеся к жилищному комплексу «Радонежский» [15].

Целью рассматриваемых инвестиционных проектов является строительство на принципах проектного финансирования группы многоквартирных жилых домов с

магазинами и офисными помещениями в активно развивающемся жилом микрорайоне «Радонежский», расположенном в непосредственной близости от центра города, на берегу реки Томь.

При реализации инвестиционного проекта особое значение приобретает управление рисками инвестиционных проектов, а также его надлежащее обеспечение теоретической базой и методическими рекомендациями, которые бы позволили оценить инвестиционные возможности и принять решение в выборе эффективной инвестиционной стратегии.

Субъектам инвестирования за короткое время приходится оценивать большой объем информации, степень проработанности которой очень часто бывает недостаточной. Выбор и анализ риска инвестиционных проектов всегда происходит в условиях неполной информации, что влечёт за собой неопределенность результатов их реализации. В условиях дефицита информации возникает проблема с подбором соответствующей технологии анализа риска.

Теоретические исследования позволяют выделить значительное количество методик анализа риска инвестиционного проекта, однако, в современных условиях большинство методов требуют усовершенствования в процессе учета многочисленных факторов риска и растущей неопределенности в разных сферах реализации инвестиционного проекта. В следующем разделе рассмотрим, какие есть возможности решения описанной проблемы.

Рассмотрим инвестиционный проект «Радонежский» КПД-1. Это проект строительства жилого многоквартирного дома, выполненный компанией ОАО «ТДСК». Параметры проекта:

- Объект – 271 квартира;
- Общая площадь квартир – 15 569,4 кв. м.;
- Степень готовности объекта при вводе в эксплуатацию – полная готовность квартир «под ключ»;
- проект, серия – усовершенствованная серия 75 с монолитной вставкой;
- продолжительность строительства – 19 мес.;
- начало – апрель 2018 г.;
- окончание (ввод объекта в эксплуатацию) – октябрь 2019 года.

По проекту КПД-1 были предоставлены следующие данные:

- Расчет стоимости проекта;
- Плановый бюджет движения денежных средств (БДДС);
- Фактический БДДС.

Фрагменты полученных данных по проекту приведены в приложении А.

Хотя проект КПД-1 уже закончен, и признан инвестором успешным, считаю интересным рассмотреть его, как если бы он только планировался, получить вид риск-функции проекта и конкретное значение степени риска неэффективности данного проекта. Данные расчеты вместе с фактически достигнутыми показателями могут помочь инвестору в оценке будущих вложений и более точному планированию новых инвестиционных проектов.

Рассмотрим инвестиционный проект «Радонежский» КПД-2. Это проект строительства жилого многоквартирного дома, выполняемый в настоящее время компанией ОАО «ТДСК». Параметры проекта:

- Объект – 174 квартиры;
- Общая площадь квартир – 8 930,37 кв. м.;
- Степень готовности объекта при вводе в эксплуатацию – полная готовность квартир «под ключ»;
- проект, серия – монолитное исполнение;
- продолжительность строительства – 24 мес.;
- начало – июль 2019 г.;
- окончание (ввод объекта в эксплуатацию) – июнь 2021 года.

По проекту КПД-2 были предоставлены следующие данные:

- Расчет стоимости проекта;
- Плановый бюджет движения денежных средств (БДДС);

Фрагменты полученных данных приведены в приложении Б.

Проект КПД-2 в настоящее время находится в стадии строительства.

БДДС обоих проектов состоит из основных строк «поступления» и «выплаты». Поступления включают в себя доходы от реализации квартир и поступления кредитных средств. Выплаты включают в себя финансирование инвестиционно-строительных проектов, выплаты кредитов, процентов по кредитам, налогов. Все поступления и выплаты сводятся к единому сальдо поступлений и выплат, которое и будет основой для оценки эффективности проекта.

Все полученные данные были обработаны и сохранены в формате «csv» в виде, пригодном для расчетов. Все расчеты и построения графиков производились с использованием языка программирования R. Разработанный для расчетов код приведен в приложении В.

3.2 Использование классических методов анализа рисков для реализованного проекта

Основными классическими методами оценки эффективности инвестиционных проектов являются: метод анализа чувствительности, метод сценариев, метод построения дерева решений, имитационный метод (метод Монте-Карло) и др. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, а также ограничения в применении.

Наиболее простым методом оценки устойчивости проекта к меняющимся условиям рынка является анализ чувствительности. Как правило, этот метод применяется на начальном этапе планирования проекта, перед анализом эффективности более сложными методами, и позволяет наглядно оценить изменчивость интегральных показателей проекта при изменении параметров. Применим данный метод к проекту КПД-1.

Варьировать будем два основных параметра проекта – затраты на строительство и продажу квартир. Фиксируя один из параметров на уровне фактического БДДС и изменяя другой от 0% до 20%, мы получим показатели степени влияния данных параметров на *NPV*. Из рисунка 6 видно, что результирующий показатель проекта более чувствителен к изменению параметра «продажи».

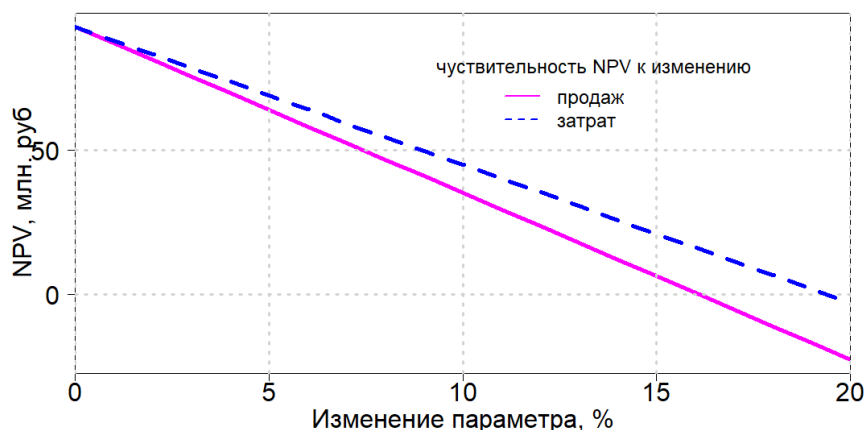


Рисунок 6 – Анализ чувствительности проекта КПД-1

Мерой чувствительности параметра является коэффициент эластичности, определяемый по формуле [55]:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta NPV}{\Delta x} * \frac{x}{NPV}. \quad (3.1)$$

Данный коэффициент показывает, на сколько процентов изменится *NPV* при изменении параметра на 1%. Для параметра «продажа» коэффициент эластичности равен

$\varepsilon_s=6,2\%$, для параметра «затраты на строительство» коэффициент эластичности равен $\varepsilon_F=5,1\%$. Необходимо отметить, что анализ чувствительности не определяет общий риск проекта, а только определяет наиболее значимые параметры. Причем при анализе изменяется только один показатель, а другие фиксированы. Это является главным недостатком этого метода, ведь в реальности значения параметров проекта взаимосвязаны, и некоторая совокупность исходных параметров составляет «сценарий» проекта. Обычно при анализе разных сценариев проекта каждому из них присваивается вероятность реализации. В этом и состоит главный недостаток метода сценариев. Возникает некое противоречие – необходимо заранее задать вероятность сценария, риск реализации которого будет вычисляться далее на основе статистических показателей. Необходимость априорного задания вероятности событий является основой и способа анализа эффективности инвестиционных проектов в виде дерева решений. Данный недостаток отсутствует в еще одном методе на основе анализа сценариев проекта – имитационном моделировании, а точнее в реализации данного подхода с применением метода Монте-Карло. В какой-то степени его можно отнести к дальнейшему развитию метода сценариев. Суть метода состоит в том, что параметры проекта задаются как случайные величины с некоторой известной (или предполагаемой) функцией распределения. Затем проводится множество (от нескольких сотен до сотен тысяч) модельных расчетов интегральных показателей проекта (чаще всего *NPV*). Полученные результаты анализируются с помощью статистических методов с целью получения распределения вероятностей результирующего показателя, его статистических характеристик и на их основе, в конечном итоге, производится оценка риска проекта.

Случайными могут задаваться как все параметры проекта, так и лишь некоторые основные, отобранные, например, по результатам анализа чувствительности. Важным условием на этом этапе является следить за тем, чтобы среди параметров, задаваемых случайно, не было коррелированных между собой факторов. Важная стадия имитационного моделирования – выбор закона распределения для случайных величин. Данный выбор обычно основывается на каких-либо экспертных заключениях, заранее известных закономерностях, однако данный выбор все же представляется менее строгим, чем точное указание вероятности сценария в упомянутых ранее методах.

Применим имитационный метод Монте-Карло к проекту КПД-1. Задавать как случайную величину будем два основных параметра проекта – затраты на строительство и продажу квартир. Пусть первоначально распределение случайных величин будет равномерным. Границы изменения параметров зададим в следующих пределах. За

минимальное значение затрат на строительство примем значение из планового БДДС (530,7 млн. руб.); максимальные затраты на строительство – расчетная стоимость, равная 651,85 млн. руб. Для параметра «продажи» за минимальное значение примем величину из планового БДДС (643,6 млн. руб.), за максимальное – фактические продажи в 818,15 млн. руб. Для имитации было сгенерировано по 10000 случайных значений указанных параметров, с равномерным распределением в указанных границах. Затем для каждой пары задаваемых параметров были пропорционально изменены соответствующие строки БДДС таким образом, чтобы суммарное значение в этих строках равнялось случайно сгенерированному. Далее для каждой случайно сформированной пары параметров вычислялось NPV , и сохранялось в соответствующем массиве. Затем для полученной совокупности значений NPV были рассчитаны среднее значение $NPV_{cp} \approx 62,6$ млн. руб.; стандартное отклонение $\sigma_{NPV} \approx 44,2$ млн. руб. и коэффициент вариации $\sigma_{NPV}/NPV_{cp} \approx 0,71$. На рисунке 7 показана частотная гистограмма полученных значений NPV . На графике нанесена также кривая плотности нормального распределения с теми же средним значением и дисперсией, что и у полученного ряда NPV .

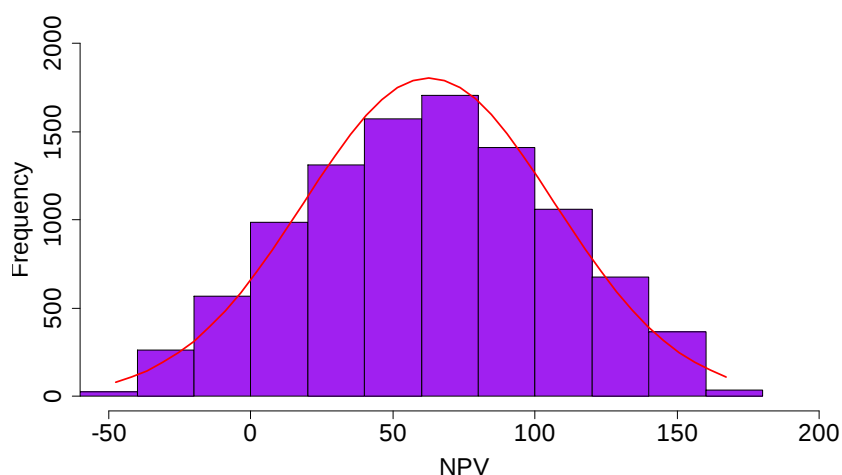


Рисунок 7 – Гистограмма рассчитанных значений NPV в 1 моделировании

Как видно из графика, полученная выборка значений NPV имеет распределение, близкое к нормальному. Полученное среднее значение NPV может рассматриваться как прогнозное значение дисконтированного дохода проекта, а значение стандартного отклонения и коэффициента вариации – как оценка риска проекта. Коэффициент вариации получился достаточно большим, это является следствием задания для случайных параметров равномерного распределения.

Далее будем основываться на известных нам экономических закономерностях рынка недвижимости г. Томска. Известно, что в городе ежегодно уменьшается ввод нового жилья,

а спрос на него постоянно растет. Очевидно, что из-за сложившейся ситуации продажи квартир существенно больше запланированных. С другой стороны, сумму затрат на строительство следует предполагать лежащей ближе к верхней границе (что и подтверждается фактическими затратами в 632,68 млн. руб.). Теперь повторим моделирование проекта КПД-1 методом Монте-Карло, причем при задании распределений вероятности случайных параметров учтем вышеприведенные аргументы. Пусть параметр «продажи» имеет нормальное распределение со средним значением 92% продаж (среднее между плановым и максимальным) и стандартным отклонением 3% (то есть около 1/6 диапазона изменения параметра, данная оценка произведена согласно правилу «трех сигм»). Так как продажи не могут быть больше 100%, возьмем для моделирования только часть плотности распределения, не превышающую 100%. Для параметра «затраты» требуется выбрать распределение, схожее с нормальным, но имеющее «перекос» в сторону большей стоимости. Похожим видом обладает логнормальное распределение. Это такое распределение случайной величины, при котором ее логарифм имеет нормальное распределение. Среднее значение пусть будет равно 632,68 млн. руб., стандартное отклонение примерно равно 1/6 диапазона изменения параметра. Гистограммы сгенерированных последовательностей случайных величин приведены на Рисунках 8, 9. Размер рядов составил 20000 значений.

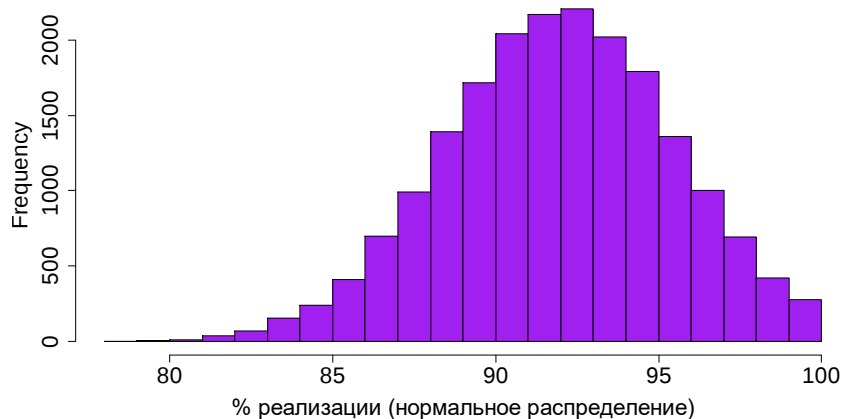


Рисунок 8 – Гистограмма распределения случайного параметра «Продажи»

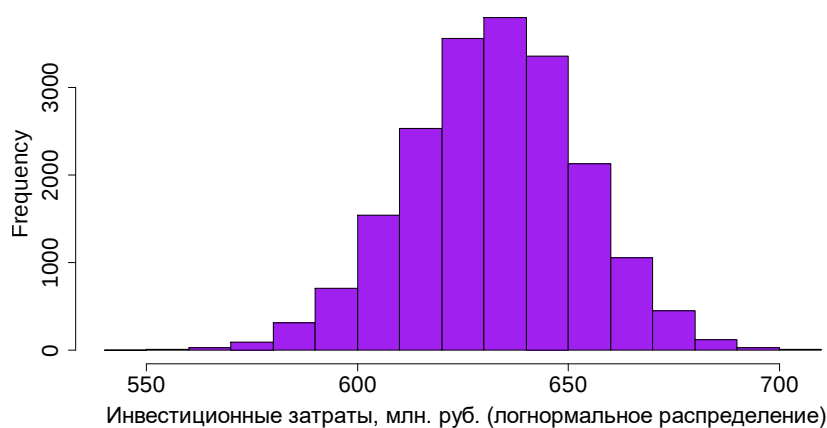


Рисунок 9 – Гистограмма распределения случайного параметра «Затраты»

На Рисунке 10 показана частотная гистограмма полученных при моделировании значений NPV .

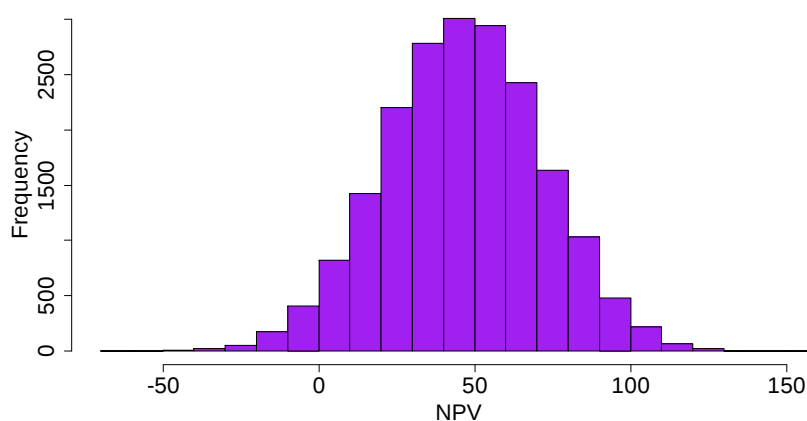


Рисунок 10 – Гистограмма рассчитанных значений NPV в 2 моделировании

Для полученной совокупности значений NPV были рассчитаны среднее значение $NPV_{cp} \approx 46,2$ млн. руб.; стандартное отклонение $\sigma_{NPV} \approx 25,3$ млн. руб. и коэффициент вариации $\sigma_{NPV}/NPV_{cp} \approx 0,55$. Как видим, за счет уточнения вида распределения задаваемых случайно параметров, дисперсия и коэффициент вариации стали существенно меньше, чем при первом моделировании.

Таким образом, можно констатировать, что снижение неопределенности во входных данных анализа позволяет получать более адекватные оценки как интегральных показателей, так и общего риска инвестиционного проекта. Имитационное моделирование по методу Монте-Карло является мощным методом оценки и учета рисков инвестиций. Оно дает достаточно точные и обоснованные оценки. Однако необходимо заметить, что его недостатком является высокая чувствительность получаемого результата к распределению

вероятностей и видам зависимостей входных переменных. Точность оценок, полученных по данному методу, сильно зависит от качества исходных предположений, что может привести к ошибкам в полученных результатах, и, как следствие, переоценке или недооценке риска инвестиционного проекта.

3.3 Анализ рисков реализованного проекта с учётом нечёткой информации

Рассмотрим реализованный проект КПД-1. Как видно из предоставленных данных, расчетная стоимость строительства составляет около 651 млн. руб., причем инвестор оставляет возможность повышения цены при фактической реализации проекта, в плановом же БДДС на финансирование инвестиционно-строительных проектов заложена сумма около 530 млн. руб., что примерно на 18.5% меньше расчетной. Фактическое же финансирование составило около 632 млн. руб., что лишь примерно на 2.8% меньше расчетной. Таким образом, имеются основания считать, что инвестор нечетко представляет фактическую стоимость строительства, закладывая в расчет стоимости максимальную цену, но тем не менее ожидая, что стоимость составит в итоге меньшую сумму, тем самым надеясь на меньшие расходы. Следовательно, мы можем задать параметр «инвестиционные затраты» как нечеткую переменную треугольного вида:

$$F_1 = (a, \delta_1, \delta_2), \text{ где } a = -632\,680\,595, \delta_1 = 38\,342\,809, \delta_2 = 101\,981\,841.$$

Значение a отрицательное, так как эта величина отражает расходы. В качестве наиболее ожидаемого значения, с функцией принадлежности $\mu_F = 1$, возьмем фактическое значение финансирования -632 680 595 руб. В качестве правой границы интервала нечеткости (наименьшее финансирование) возьмем плановое значение -530 698 754 руб. Так как инвестор предполагает, что даже расчетное значение финансирования -651 852 000 руб. может оказаться недостаточным, назначим этому значению принадлежность 0.5, тогда левая граница нечеткости примет значение -671 023 405 руб.

Вид функции принадлежности (Рисунок 11):

$$\mu_{F_1}(x) = \begin{cases} 1 + \frac{632\,680\,595+x}{38\,342\,809}, & x \in [-671\,023\,405, -632\,680\,595], \\ 1 - \frac{632\,680\,595+x}{101\,981\,841}, & x \in [-632\,680\,595, -530\,698\,754], \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (3.2)$$

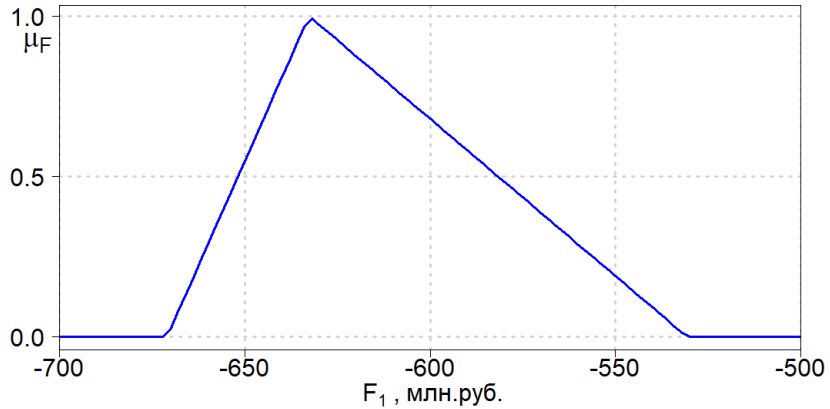


Рисунок 11 – Функция принадлежности нечеткой переменной F_1 «инвестиционные затраты КПД-1»

Рассмотрим параметр "Продажа квартир". Как видно из планового БДДС КПД-1, инвестор первоначально планировал продать концу 2020 года примерно 85 % всех квартир на сумму около 654 млн. руб. Затем план продаж был снижен до примерно 82% квартир. Однако фактически к концу года было продано 100% квартир на сумму 818 145 647 руб. Следовательно, инвестор нечетко представлял, как будут продаваться квартиры. Отразим это, создав нечеткую переменную «продажа квартир». Так как инвестор явно не планировал продать 100% квартир, за наиболее ожидаемое значение примем примерно среднее между фактической и планируемой продажей, что составляет около 752 млн. руб. За левую границу нечеткости примем значение плановых продаж:

$S_1 = (a, \delta_1, \delta_2)$, где $a = 752\,693\,995$, $\delta_1 = 81\,814\,564$, $\delta_2 = 261\,806\,607$.

Так как продажи не могут быть больше 100%, правый интервал нечеткости ограничен значением фактической суммы продаж со значением функции принадлежности 0.75. Вид функции принадлежности для нечеткой переменной «продажа квартир» (Рисунок 12):

$$\mu_{S_1}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{752\,693\,995 - x}{81\,814\,564}, & x \in [670\,879\,430, 752\,693\,995], \\ 1 - \frac{x - 752\,693\,995}{261\,806\,607}, & x \in [752\,693\,995, 818\,145\,647], \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (3.3)$$

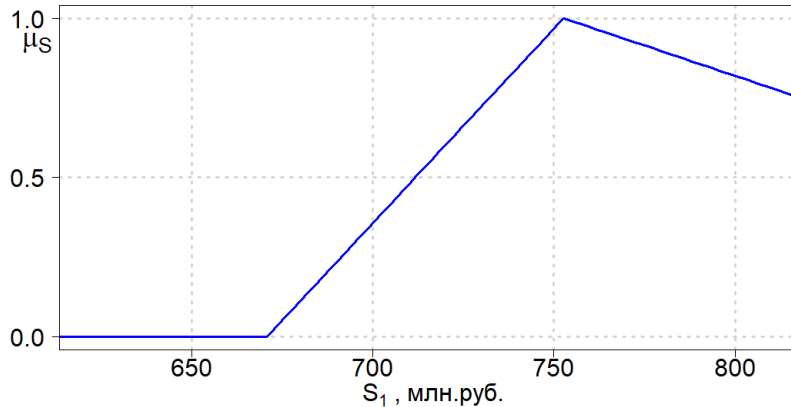


Рисунок 12 – Функция принадлежности нечеткой переменной S_1 «продажа квартир»

Соотношение использования собственных и кредитных средств и количество кредитных средств в плановом и фактическом БДДС примерно равны. Поэтому мы оставляем поток поступления кредитов и выплат кредитов и процентов в виде четких значений, соответствующих фактическим. Налоговые платежи фактически являются функцией от поступления средств.

Таким образом, мы рассмотрели все строки БДДС, и далее, на основе сальдо поступлений и выплат будем оценивать эффективность проекта методом расчета NPV . Как и говорилось ранее, проект будет оцениваться, как если бы он только планировался.

Так как кредитные средства в проекте являются краткосрочными и полностью возвращаются непосредственно в течение реализации проекта, для ожидаемой стоимости используемого в проекте капитала можно принять рентабельность собственных активов предприятия (модель ROA). Для ТДСК согласно годовому бухгалтерскому отчету [14], таковая составила на 2018 год (год старта обоих проектов) 6,62%. Итак, для годовой ставки дисконтирования примем значение $r=6,62\%$.

Перепишем формулу (2.1) чистого дисконтированного дохода инвестиционного проекта с учетом того, что в нашем проекте можно принять $I=0$ (стартовые инвестиции отсутствуют, все инвестиции выполняются по ходу выполнения проекта), ликвидационные активы отсутствуют ($A=0$):

$$NPV = \sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+r)^i} \quad (3.4)$$

Так как минимальным интервалом проекта является 1 месяц, необходимо пересчитать коэффициент дисконтирования R в помесичный по формуле

$$R_i = \frac{1}{(1+r_{\text{год}})^{i/12}} \quad (3.5)$$

Таким образом, формула (3.4) преобразуется в:

$$NPV = \sum_{i=1}^N CF_i * R_i \quad (3.6)$$

Преобразуем формулу (3.6) к виду, пригодному для использования нечетких исходных данных с помощью сегментного способа. По каждому нечеткому числу в структуре исходных данных получаем интервалы достоверности $[F_1, F_2]$, $[S_1, S_2]$. Затем получаем интервалы достоверности для итогового сальдо $[CF_1, CF_2]$. И тогда, для заданного уровня α , путем подстановки соответствующих границ интервалов в (3.6) получаем:

$$[NPV_1, NPV_2] = [\sum_{i=1}^N CF_{i1} * R_i, \sum_{i=1}^N CF_{i2} * R_i] \quad (3.7)$$

Для реконструкции результирующего нечеткого числа NPV зададим несколько уровней принадлежности. Далее для каждого α вычислим границы интервалов CF_1 и CF_2 . Затем, подставляя эти границы в (3.7), получим граничные значения для NPV_1 и NPV_2 для соответствующих уровней принадлежности.

Для расчета используем плановый и фактический БДДС. Строки «заемные средства», «гашение основного долга по заемным средствам», «гашение %» оставляем без изменений как в фактическом БДДС. Строку «продажа квартир» берем как в фактическом БДДС и для каждого задаваемого уровня принадлежности каждый ежемесячный поток изменяем пропорционально от 75% до 100% согласно введенной ранее функции принадлежности. Строку «финансирование инвестиционно-строительных проектов» берем как в плановом БДДС и для каждого задаваемого уровня принадлежности каждый ежемесячный поток изменяем пропорционально так, чтобы суммарный поток изменялся от - 671 023 405 руб. до -530698754 руб. согласно введенной ранее функции принадлежности. Строка «налоги» является расчетным параметром, основанном на итоговом сальдо.

Результаты расчетов по формуле (3.7) для уровней $\alpha = [0, 0.25, 0.5, 0.75, 1]$ сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов параметров проекта

α	Интервалы достоверности NPV по уровню принадлежности α
1	46 826 783
0.75	[25 071 309, 112 406 903]
0.5	[3 271 373, 131 713 978]
0.25	[-18 547 720, 151 006 682]
0	[-43 203 519, 170 279 260]

По рассчитанным точкам построим график функции принадлежности для NPV :

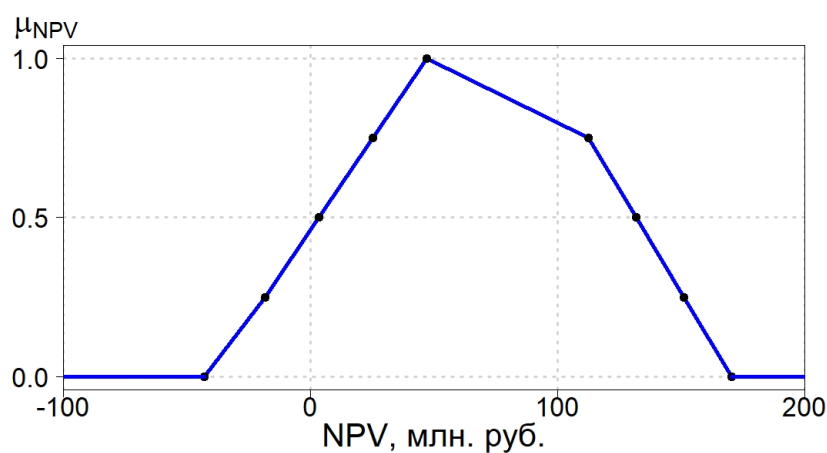


Рисунок 13 – Функция принадлежности для NPV проекта КПД-1

Приближенный функциональный вид $\mu_{NPV}(x)$:

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{46\,826\,783 - x}{90\,030\,302}, & x \in [-43\,203\,519, 46\,826\,783], \\ 1 - \frac{x - 46\,826\,783}{262\,320\,480}, & x \in [46\,826\,783, 112\,406\,903], \\ 1 - \frac{x - 112\,406\,903}{77\,163\,343}, & x \in [112\,406\,903, 170\,279\,260], \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (3.8)$$

Пусть проектируемое значение G равно 46,8 млн. руб. как наиболее ожидаемому значению NPV со значением принадлежности $\mu_{NPV}=1$. Зададим интервал $\Delta\alpha = 0.1$ и найдем значения $\varphi(\alpha_i)$ путем нахождения обратной функции $\mu_{NPV}^{-1}(x)$ и выражения (2.7). Рассчитанные значения $\varphi(\alpha_i)$ для заданного G приведены в таблице 3:

Таблица 3 – Рассчитанные значения для $\varphi(\alpha_i)$

α_i	$\varphi(\alpha_i)$
0	0.422
0.1	0.412
0.2	0.4
0.3	0.386
0.4	0.368
0.5	0.347
0.6	0.318
0.7	0.28
0.8	0.256
0.9	0.256
1	0.593

Теперь можем вычислить значение риска неэффективности проекта по формуле (2.9). Для заданного значения $G=46,8$ млн. руб. $Risk = 33.6\%$. Далее, задавая значения G от 0 до $NPV_{\max} = 170\,279\,260$, можем рассчитать риск-функцию чистого дисконтированного дохода для проекта КПД-1:

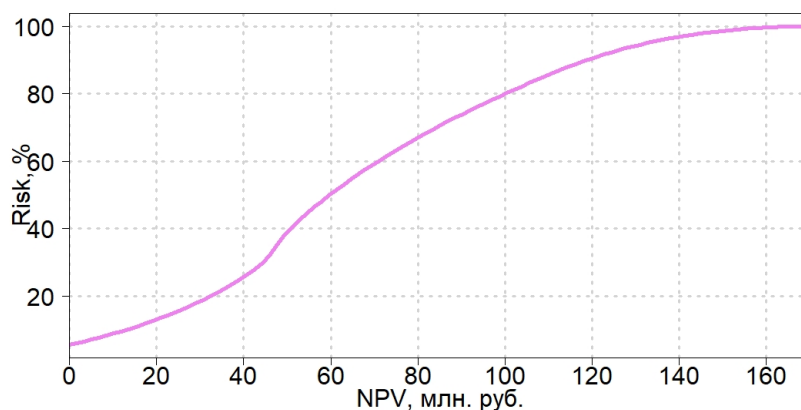


Рисунок 14 – Риск-функция для NPV проекта КПД-1

Таким образом, полученная риск-функция проекта может помочь инвестору при нечетких начальных данных определить степень риска неэффективности проекта. Каждый инвестор сам может определить ту степень риска, на которую он готов пойти, планируя новый проект. Можно предложить следующую лингвистическую градацию степеней риска: риск меньше 20% – «низкий риск», от 20% до 40 % – «средний риск», от 40% до 50 % –

«высокий риск» и риск свыше 50% – «чрезвычайно высокий риск». Возможно, при чрезвычайно высокой степени риска неэффективности проекта инвестору следует или отказаться от выполнения проекта или искать способы оптимизации проекта. Один из способов оптимизации – снижать неопределенность и неясность при планировании.

Для рассматриваемого проекта риск при получении наиболее ожидаемого (т.е. с принадлежностью $\mu_{NPV=1}$) значения $NPV=46\,826\,783$ руб. составил 33,6%. Данный риск попадает по введенной ранее градации в категорию среднего риска, то есть является вполне приемлемым. Рассчитанный по плановым данным NPV составил 47,083 млн. руб., то есть оказался практически равен наиболее ожидаемому. Фактически же по итоговым данным чистый дисконтированный доход при реализации проекта КПД-1 составил $NPV_{\text{факт}}=93\,094\,320$ руб. Согласно расчетам, риск недостижения данного уровня эффективности проекта был чрезвычайно высоким и составил 75,8%. Предположительно, достичь таких показателей позволило сложившееся положение на рынке жилья г. Томска, когда удалось продать 100% квартир в течении относительно небольшого периода, и инвестор этого явно не планировал. Таким образом, для будущих проектов следует учитывать, что в современных условиях планирование продажи недвижимости является очень нечеткой задачей, особенно при прогнозах на несколько лет вперед. Достигнутая эффективность проекта КПД-1, по словам инвестора, является желательной и при реализации других проектов. Для того, чтобы иметь конкретный числовой критерий эффективности первого проекта, рассчитаем дисконтированный коэффициент рентабельности по формуле (2.5). Для наиболее ожидаемого и планового значения NPV данный коэффициент оказался равен 1,09. Для фактических данных проекта КПД-1 (сумма дисконтированных затрат 588 619 827 руб., чистый дисконтированный доход 93 094 320 руб.) данный коэффициент составил 1,158. Далее рассмотрим, какая имеется степень риска у инвестора не достигнуть подобных показателей для проекта КПД-2.

3.4 Анализ рисков реализуемого проекта с учётом нечёткой информации

Рассмотрим находящийся в настоящее время в процессе реализации проект КПД-2. Как видно из предоставленных данных, расчетная стоимость строительства проекта КПД-2 составляет около 546,755 млн. руб., причем инвестор оставляет возможность повышения цены при фактической реализации проекта, в плановом же БДДС на финансирование инвестиционно-строительных проектов заложена сумма 480,06 млн. руб., что примерно на 12,2% меньше расчетной. Таким образом, имеются основания считать, что инвестор

нечетко представляет фактическую стоимость строительства, закладывая в расчет стоимости максимальную цену, но ожидая, что стоимость составит в итоге меньшую сумму, тем самым надеясь на меньшие расходы. Ориентируясь на результаты проекта КПД-1, можно предположить, что сумма фактического финансирования будет скорее ближе к расчетной, чем к плановой. Исходя из этих соображений, зададим наиболее ожидаемое значение затрат на строительство, по аналогии с КПД-1, как расчетное минус 3%, что составит около 530 млн. руб. Таким образом, мы можем задать параметр «финансирование инвестиционно-строительных затрат КПД-2» как нечеткую переменную треугольного вида:

$$F_2 = (a, \delta_1, \delta_2), \text{ где } a = -530\,352\,350, \delta_1 = -32\,805\,300, \delta_2 = -50\,292\,898.$$

В качестве правой границы интервала нечеткости (наименьшее финансирование) возьмем плановое значение -480 059 452 руб. Так как инвестор предполагает, что даже расчетное значение финансирования -546 755 000 руб. может оказаться недостаточным, назначим этому значению принадлежность 0,5, тогда левая граница нечеткости (наибольшее финансирование) примет значение -563 157 650 руб.

Вид функции принадлежности:

$$\mu_{F_2}(x) = \begin{cases} 1 + \frac{530\,352\,350 + x}{32\,805\,300}, & x \in [-563\,157\,650, -530\,352\,350], \\ 1 - \frac{530\,352\,350 + x}{50\,292\,898}, & x \in [-530\,352\,350, -480\,059\,452], \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (3.9)$$

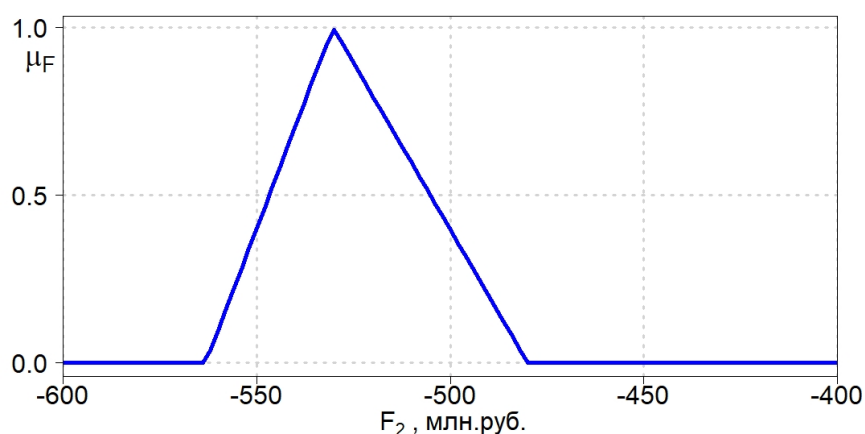


Рисунок 15 – Функция принадлежности нечеткой переменной F_2 «инвестиционные затраты КПД-2»

Рассмотрим параметр «Продажа квартир». Для проекта КПД-2 ситуация с продажей квартир отличается от первого проекта. Если в проекте КПД-1 инвестор был не уверен в том, что удастся продать 100% квартир к окончанию проекта, то здесь наоборот, можно

утверждать это с полной определенностью. Как уже было отмечено, в Томске в «традиционных» границах города практически не осталось площадей для комплексной жилой застройки. Поэтому спрос на жилье эконом-класса и среднего класса в тех немногих жилкомплесах в черте города, что пока еще реализуются, намного превышает предложение. Рост цен на жилье в новостройках составляет, по данным Томскстата [70], около 3,6% за IV квартал 2020 года и 4,1% за I квартал 2021 года. Согласно тем же данным официальной статистики, самая высокая средняя цена за кв. метр на первичном рынке жилья – в монолитных и монолитно-кирпичных домах, и она составляет 82642 руб. за кв. м. Проект КПД-2 – это монолитный жилой дом. Анализируя плановый БДДС КПД-2, можно примерно оценить планируемую цену 1 кв. метра жилой площади в сумму около 71000 руб. То есть план реализации сделан с явным «занижением», что говорит о высокой степени неопределенности прогноза инвестора о предполагаемых продажах.

Создадим нечеткую переменную S_2 – «продажа квартир». Пусть наиболее ожидаемым значением будет сумма продаж 664 193 754 руб., соответствующая приведенной выше среднестатистической цене за 1 квадратный метр в новостройках монолитного исполнения 82642 руб. За левую границу интервала нечеткости (минимальная сумма продаж) примем плановое значение продаж 575 969 384 руб. По данным ТДСК продажи планируется начать с августа 2021 года. Так как согласно статистическим данным за предшествующие 2 квартала цена на квартиры в новостройках выросла на 7,7%, разумно будет предположить, что в последующие 2 квартала возможно такое же повышение цены. Отразим данное вероятное повышение как максимально возможное значение нечеткой переменной «продажа квартир». Это значение будет правой границей интервала нечеткости, и оно составит 664 193 754 руб. + 7,7% = 715 336 673 руб. Запишем формальное определение нечеткой переменной «продажа квартир»:

$S_2 = (a, \delta_1, \delta_2)$, где $a = 664\,193\,754$, $\delta_1 = 88\,224\,370$, $\delta_2 = 51\,142\,919$.

Вид функции принадлежности для нечеткой переменной «продажа квартир»:

$$\mu_{S_2}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{664\,193\,754 - x}{88\,224\,370}, & x \in [575\,969\,384, 664\,193\,754], \\ 1 - \frac{x - 664\,193\,754}{51\,142\,919}, & x \in [664\,193\,754, 715\,336\,673], \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (3.10)$$

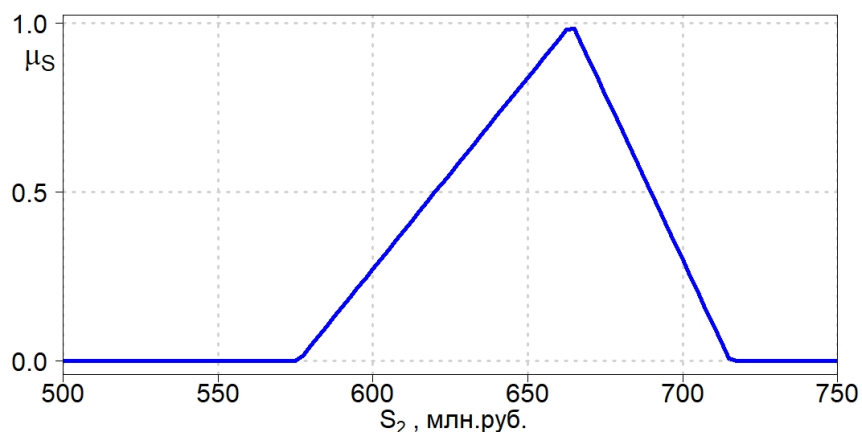


Рисунок 16 – Функция принадлежности нечеткой переменной S_2 «продажа квартир»

Результаты расчетов по формуле (3.7) для уровней $\alpha = [0, 0.25, 0.5, 0.75, 1]$ сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов параметров проекта КПД-2

α	Интервалы достоверности NPV по уровню принадлежности α
1	63 765 613
0.75	[42 335 989, 82 031 722]
0.5	[20 901 585, 100 297 831]
0.25	[-552 742, 118 563 940]
0	[-22 010 136, 136 830 049]

По рассчитанным точкам построим график функции принадлежности для NPV :

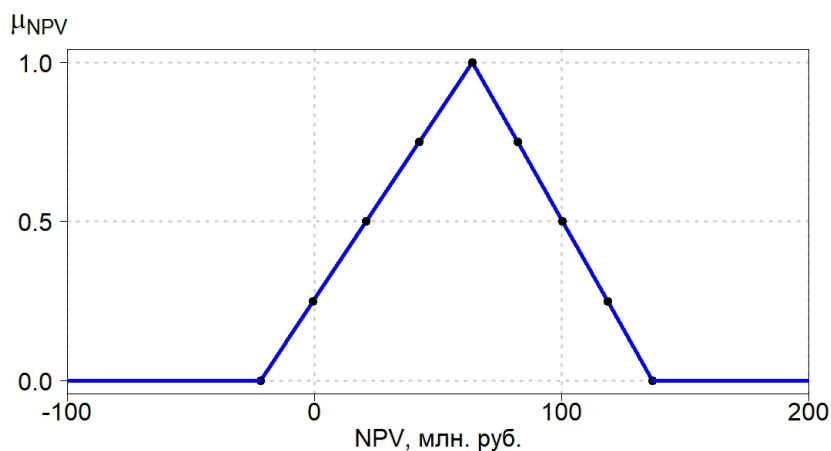


Рисунок 17 – Функция принадлежности для NPV проекта КПД-2

Приближенный функциональный вид $\mu_{NPV}(x)$:

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{63\,765\,613 - x}{85\,775\,750}, & x \in [-22\,010\,136, 63\,765\,613], \\ 1 - \frac{x - 63\,765\,613}{73\,064\,440}, & x \in [63\,765\,613, 136\,830\,049], \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (3.11)$$

Как видим, NPV представляет собой нечеткое число треугольного вида. Теперь мы можем вычислить риск функцию проекта КПД-2 как возможность того, что по результатам инвестиционного процесса значение NPV окажется ниже некоего заданного граничного уровня G :

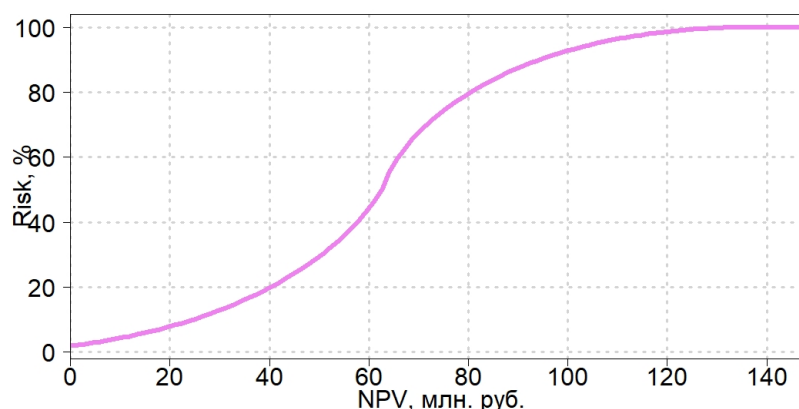


Рисунок 18 – Риск-функция для NPV проекта КПД-2

Можно выделить несколько значений NPV , представляющих интерес в нашем исследовании с точки зрения риска. Во-первых, это то значение чистого дисконтированного дохода проекта КПД-2, которое получается при показателях планового БДДС. Это значение равно 40 126 470 руб., а риск не достигнуть данного значения, согласно рассчитанной риск-функции, составляет 19,9%, то есть риск является низким. Но, как уже отмечалось, и сами параметры планового БДДС выглядят «заниженными». Очевидно, что инвестор, планируя проект, перестраховывается. Отчасти это можно объяснить, рассчитав дисконтированный коэффициент рентабельности по плановому БДДС КПД-2. Он оказался равен 1,09, то есть точно такой же как плановый DPI КПД-1. Получается, что инвестор при планировании нового проекта ориентирован на данное значение показателя эффективности. Хотя итоги проекта КПД-1, да и состояние рынка в целом, показывают, что у отрасли в настоящее время есть «запас по риску», то есть проекты, изначально выглядящие как очень высоко рисковые, в итоге оказываются высоко эффективными. Эти соображения были учтены нами при задании нечетких параметров для проекта КПД-2 и обусловили полученный в нашем анализе сравнительно высокий риск для наиболее ожидаемого значения NPV , то есть

значения NPV с уровнем принадлежности 1. Это значение равно 63 766 613 руб. а риск того, что оно не будет достигнуто, составил 50,15%, то есть по введенной ранее градации находится «на грани» чрезвычайно высокого риска. Еще одно интересующее нас значение чистого дисконтированного дохода проекта КПД-2 – это то значение, при котором эффективность будет не ниже, чем у проекта КПД-1. Для того, чтобы рассчитать это значение и количественно оценить риск при его достижении, рассмотрим дисконтированный показатель рентабельности как нечеткую переменную DPI . Запишем сначала выражение для дисконтированных инвестиционных затрат с применением коэффициента дисконтирования R_i из (3.5) в нечетко-интервальном виде:

$$[CI_{d1}, CI_{d2}] = [\sum_{i=1}^N F_{i1} * R_i, \sum_{i=1}^N F_{i2} * R_i] \quad (3.12)$$

Где F_i – финансирование инвестиционно-строительных затрат КПД-2, т.е. введенная ранее нечеткая переменная F_2 . Чтобы реконструировать функцию принадлежности для DPI , зададим несколько уровней принадлежности α от 0 до 1. Далее для каждого α вычислим границы интервалов CI_{d1} и CI_{d2} . Затем, подставляя эти границы и вычисленные ранее границы NPV (таблица 4) в выражение (2.6), получим граничные значения интервалов для DPI_1 и DPI_2 для соответствующих уровней принадлежности.

На рисунке 19 приведена функция принадлежности для нечеткой переменной DPI :

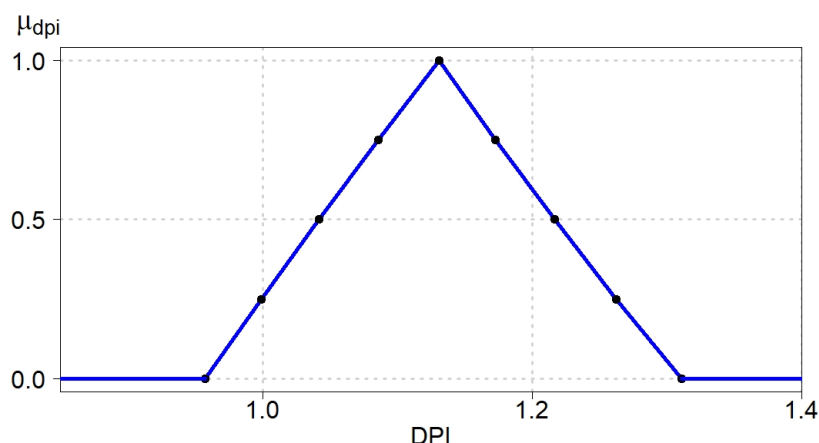


Рисунок 19 – Функция принадлежности для нечеткой переменной DPI

Так как в формуле (2.6) содержится деление нечетких чисел, функция принадлежности μ_{DPI} имеет не строго треугольный вид, присутствует небольшое искривление её левой и правой частей. Поэтому представление DPI в виде треугольного нечеткого числа следует считать приближенным:

$$\mu_{DPI}(x) \approx \begin{cases} 1 - \frac{1.131-x}{0.174}, & x \in [0.957, 1.131], \\ 1 - \frac{x-1.131}{0.18}, & x \in [1.131, 1.31], \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (3.13)$$

Используя полученную нечеткую переменную DPI найдем теперь риск-функцию для дисконтированного коэффициента рентабельности проекта КПД-2:

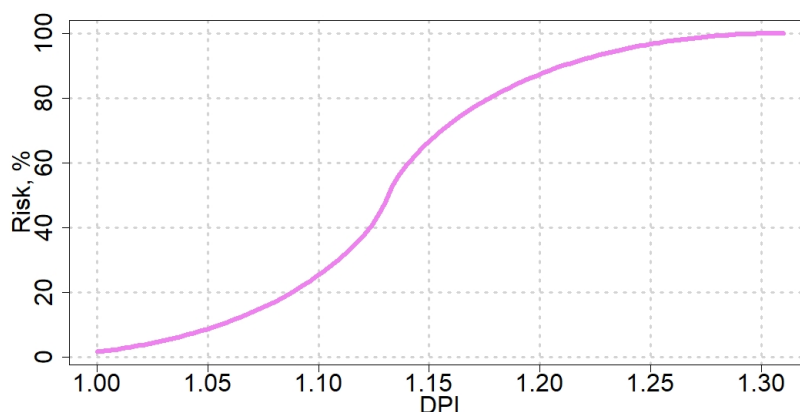


Рисунок 20 – Риск-функция для DPI проекта КПД-2

Рассмотрим значение $DPI = 1.158$ – значение дисконтированного коэффициента рентабельности для фактических результатов проекта КПД-1. Согласно полученной риск-функции для DPI КПД-2 риск того, что в результате реализации проекта не удастся достигнуть показателей КПД-1 составляет 71,4%. Согласно (22) уровень принадлежности значения данного DPI равен $\mu_{DPI} = 0,849$. Данному уровню принадлежности соответствует значение чистого дисконтированного дохода проекта КПД-2 $NPV \approx 74,8$ млн. руб. Если посчитать риск получения такого значения NPV , то он составит примерно 74,1%. Такое расхождение риска DPI и NPV в несколько процентов для одной и той же степени принадлежности связано с тем, что выражение для функции принадлежности нечеткого числа DPI была записана приближенно как для нечетких чисел треугольного вида, хотя на самом деле вид зависимости $\mu_{DPI}(x)$ более сложный. Однако в рамках данного исследования этой погрешностью можно пренебречь.

Таким образом, мы получили запланированные в данном исследовании количественные оценки рисков для проектов КПД-1 и КПД-2. Полученная степень риска недостижения в проекте КПД-2 желаемой инвестором эффективности ($\approx 74\%$) нами классифицируется как чрезвычайно высокая. Однако это не значит, что у инвестора нет шансов получить требуемую рентабельность. Проанализируем эти результаты.

3.5 Выводы и практические рекомендации по совершенствованию инвестиционно-строительных проектов ОАО «ТДСК»

Большие проекты комплексной жилой застройки – это долгосрочные проекты. Между принятием решения о начале проекта и непосредственно началом строительства может пройти несколько лет. Можно сказать, что строительство дома и реализация жилья – это самый завершающий этап такого проекта. На каждом этапе от проектирования до продажи при реализации возникают самые разные риски. И всегда эти риски являются следствием того, что часть информации о будущем проекта неизвестна, нечетко сформулирована или является лишь предположением.

На начальном этапе – проектировании – ведущую роль играют качественные риски. Инвестору приходится решать вопрос о планировке местности, планировке дома, выборе материала стен и так далее. Каждый фактор может увеличить или уменьшить риск неэффективности инвестиций. Подобные риски также можно исследовать с помощью нечетко-множественного подхода путем создания соответствующих лингвистических переменных и правил нечеткого вывода.

На завершающих стадиях проекта, когда началось финансирование строительства и сформированы плановые бюджеты, на первый план выходит количественный анализ рисков – удастся ли инвестору получить желаемую прибыль, какая имеется степень риска неэффективности реализуемых инвестиций. Подобный анализ и был проведен в данной работе. Проект КПД-1 был рассмотрен с точки зрения планирования. Первоначально проект был проанализирован с помощью классических методов анализа эффективности инвестиций. Были применены метод анализа чувствительности и имитационный метод Монте-Карло. В анализе чувствительности было получено, что итоговые показатели проекта более чувствительны к продажам. Для метода Монте-Карло было сделано 2 моделирования. Для первого в заданных границах изменений было принято равномерное распределение параметров. Для второго моделирования распределение параметров было задано с учетом известных нам закономерностей на рынке и более детального анализа проекта. Были получены прогнозные средние значения для NPV . Были рассчитаны стандартное отклонение и коэффициент вариации, которые можно интерпретировать как меру риска. Далее был проделан анализ инвестиционных проектов КПД-1 и КПД-2 с применением нечетко-множественного подхода. Параметры проектов были заданы как нечеткие переменные. На их основе получены в нечетко-интервальном виде такие интегральные показатели проектов, как чистый дисконтированный доход (NPV) и дисконтированный коэффициент рентабельности (DPI). Далее для этих показателей были

рассчитаны риски их недостижения как в виде отдельных значений, так и в виде общих риск-функций. Скомпонуем основные полученные данные в виде таблицы 5 для анализа методом Монте-Карло и таблицы 6 для анализа нечетко-множественным методом.

Таблица 5 – Основные результаты анализа проекта КПД-1 методом Монте-Карло

	NPV _{ср} , млн. руб	σ_{NPV}	$\sigma_{NPV}/NPV_{ср}$
1 моделирование (равномерное распределение параметров)	62,6	44,2	0,71
2 моделирование (уточненное распределение параметров)	46,2	25,3	0,55

Таблица 6 – Основные результаты анализа проектов нечетко-множественным методом

Проект	Параметр	NPV, млн. руб.	DPI	RISK
КПД-1	Плановое значение	47,083	1,09	34,2%
	Наиболее ожидаемое значение ($\mu = 1$)	46,8	1,09	33,6%
	Фактическое значение	93,09	1,158	75,8%
КПД-2	Плановое значение	40,12	1,09	19,9%
	Наиболее ожидаемое значение ($\mu = 1$)	63,77	1,13	50,15%
	Значение для достижения желаемой эффективности	74,8	1,158	74,1%

Как видно из приведенных результатов, использование плановых показателей при анализе КПД-1 как по методу Монте-Карло, так и при анализе с помощью нечетких чисел, приводит к очень близкому результату примерно равному 47 млн. руб. Однако по методу Монте-Карло это значение получено статистически, носит вероятностный характер, то есть является результатом статистической обработки большого числа случайных параметров. Однако сам по себе инвестиционный процесс не является случайным процессом, а является процессом с какими-то predetermined, в большей или меньшей степени, составляющими его частями или факторами. Метод Монте-Карло, конечно, является мощным и хорошо зарекомендовавшим себя способом оценки эффективности инвестиций, но, также, как и сценарный метод, он в итоге не рассматривает всей совокупности результатов инвестиционного проекта. Вот мы, например, получили для проекта КПД-1 среднее значение $NPV = 46.2$ млн. руб. с его мерами риска – дисперсией и коэффициентом вариации, однако если мы захотим исследовать возможность и характеристики других значений эффективности, нам тогда придется изменять характер распределения исходных случайных величин. В этом состоит главный принципиальный недостаток метода – результаты очень сильно чувствительны и зависимы от вероятностного распределения исходных случайных параметров. Такого недостатка в большой мере нет в другом подходе

к анализу эффективности инвестиционных проектов – с применением нечетко-множественного учета неопределенности в исходных параметрах проекта. Проведенные исследования показали, что заданные один раз в виде нечетких интервалов параметры проекта позволяют в полученных интервальных результатах охватить для анализа всю совокупность показателей.

Полученные фактические результаты реализации проекта КПД-1 показывают, что реально достигнутые показатели существенно превышают заложенные в планах. Чистый дисконтированный доход, рассчитанный на основе плановых показателей и полученный как наиболее ожидаемое значение при моделировании, равный примерно 47 млн. руб. оказался в реальности превышен в два раза и составил около 93 млн. руб. Предположительно, достичь таких показателей позволило сложившееся положение на рынке жилья г. Томска. Как уже было отмечено, в Томске в «традиционных» границах города практически не осталось площадей для комплексной жилой застройки. Поэтому спрос на жилье эконом-класса и среднего класса в тех немногих жилкомплексах в черте города, что пока еще реализуются, намного превышает предложение. Продолжаются снижение ставок и различные льготные программы по ипотечному кредитованию. Из-за этого продолжается рост цен на жилую недвижимость, но даже с этим ростом спрос пока остается не полностью удовлетворенным.

Количественная оценка риска того, что инвестору не удастся достичь плановых показателей по проекту КПД-1 составила при моделировании около 34%, что подпадает по введенной ранее градации в категорию среднего риска, а оценка риска того, что не будут достигнуты фактические значения составила чрезвычайно высокое значение в 76%. Необходимо уточнить, что введенная нами лингвистическая градация риска (до 20% – «низкий»; 20%-40% – «средний»; от 40% до 50% – «высокий»; более 50 % – «чрезвычайно высокий») достаточно условна, каждый инвестор сам может определить приемлемый для него риск, а конкретные числовые значения полученного риска относительны. Но также необходимо отметить, что высокие показатели риска имеют причиной очень большую степень неопределенности во входных данных. Функции принадлежности факторов и показателей получаются, условно говоря, очень «широкими», что и обуславливает высокие значения конечных показателей риска. Поэтому инвестору необходимо стремиться к снижению неопределенности при планировании проектов.

При анализе проекта КПД-2 полученное по плановым данным NPV проекта составило около 40 млн. руб. При этом коэффициент рентабельности данного показателя практически равен аналогичному коэффициенту первого проекта для планового NPV и составил 1,09. Однако так как при задании нечетких исходных параметров КПД-2 были

учтены вышеизложенные соображения по состоянию рынка, рассчитанное количественное значение риска неполучения планового значения NPV стало существенно ниже, чем для проекта КПД-1 и составило 19,9%. С другой стороны, полученное наиболее ожидаемое значение чистого дисконтированного дохода составило примерно 63,77 млн. руб., а риск недостижения данного показателя составил около 50%, то есть на грани чрезвычайно высокого. Соответствующий дисконтированный коэффициент рентабельности получился равным 1,13. Такое несоответствие с первым проектом, что плановый риск меньше, а наиболее ожидаемый больше, получилось из-за того, что риск функция для NPV проекта КПД-2 имеет более крутой наклон в средней части. Что, в свою очередь, является следствием меньшей степени неопределенности параметров проекта с одной стороны, а с другой обусловлено заданием более «рисковых» интервалов исходных параметров для проекта КПД-2, так как при этом учитывались и результаты проекта КПД-1, и общее состояние рынка.

Для того, чтобы по итогам проекта КПД-2 достичь показателей эффективности аналогичных фактически полученным при реализации проекта КПД-1, необходимо получить чистый дисконтированный доход в размере примерно 74,8 млн. руб., что соответствует показателю дисконтированного коэффициента рентабельности $DPI \approx 1,158$. Риск того, что данная эффективность не будет достигнута составляет по расчету 74,1%, то есть является чрезвычайно высоким. Если возвратиться к исходным параметрам проекта КПД-2, можно показать, что заданную рентабельность можно достичь, если сумма затрат на строительство не превысит примерно 522 млн. руб., а сумма продаж должна составить не менее 670 млн. руб., что соответствует примерной средней цене 83,5 тыс. руб. за м². Учитывая уровень цен на новое жилье в домах монолитного исполнения, сложившийся в Томске, данная стоимость не кажется чрезмерной.

Таким образом, хотя расчетные количественные значения рисков недостижения заданных уровней эффективности при реализации инвестиционно-строительных проектов ТДСК получились в модели очень высокими, практическая возможность их осуществления почти не вызывает сомнения. Налицо ситуация «переоценки» рисков. Инвестор в плановых параметрах перестраховывается, занижая показатели, и тем самым увеличивает степень неопределенности, и в результате анализа это приводит к высоким показателям риска неэффективности. Возможно, это связано с тем, что инвестиционно-строительный проект — это долгосрочный и многоэтапный процесс, где приходится строить планы на несколько лет вперед, а условия рынка меняются очень быстро. Здесь можно лишь порекомендовать инвестору более гибко реагировать на меняющиеся условия рынка, ведь стратегия перестраховки в перспективе может привести к снижению эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инвестиционный проект – это основная форма вложения капитала с целью получения эффекта в будущем. При реализации инвестиционного проекта любой его участник должен учитывать, что может возникнуть ситуация риска. Риск учитывается в любой экономической сфере, он возникает потому, что будущие действия или события неизвестны. Он описывает возможность того, что конечный результат будет лучше или хуже ожидаемого. В большинстве случаев риск носит негативный характер, однако в последнее время также воспринимается как возможность получить лучшие результаты, чем ожидалось, – риск проекта включает в себя как угрозы целям проекта, так и возможности для улучшения этих целей.

Анализ рисков инвестиционного проекта – это процесс систематического подхода к рискам в рамках проекта, с целью планирования, выявления, мониторинга, контроля и предложения решений для минимизации потенциальных угроз неэффективности проекта. Риск инвестиционного проекта может быть определен как степень подверженности событию, которое может произойти в ущерб выгоде или деятельности проекта. Его можно описать как комбинацию между вероятностью возникновения риска и последствиями с точки зрения потерь или выгод в результате риска.

Анализ рисков проекта включает в себя следующие процессы: планирование, идентификация, качественный анализ, количественный анализ, коммуникация и планирование реагирования на риск.

Среди традиционных инструментов количественного анализа можно выделить: методы корректировки притока денежных средств и ставки дисконтирования; метод анализа чувствительности критериев эффективности инвестиций, метод сценариев, метод Монте-Карло, метод деревьев решений. Выбор конкретного метода анализа инвестиционного риска зависит от возможностей информационной базы, требований к конечным результатам. Традиционные методы анализа риска характеризуются общими основными недостатками и ограничениями, такими как: высокая доля риска неправильной субъективной оценки при присвоении вероятностей экспертных оценок, а также отсутствие статистической информации для разумного применения вероятностных методов. В связи с этим они располагают ограниченной практической применимостью по причине упрощения моделей. Необходимо дополнительно добавить такой аппарат, с помощью которого возможно адекватное описание исходных данных проектов и получение более корректных результатов, которые охватывали бы весь спектр возможных сценариев развития

инвестиционного проекта. В этом случае на помощь может прийти аппарат теории нечетких множеств.

Теория нечетких множеств предлагает несколько подходов, применимых для оценки и принятия решений на фоне неопределенности в анализе рисков инвестиционных проектов. Их основная задача – придать исходным нечётким данным формализованный вид, а их основная функция – добиться наибольшей эффективности проекта с нечеткими входными данными. С помощью определенных операций с нечеткими числами и нечеткими высказываниями, в соответствии со всеми правилами и законами нечеткой логики, возможно получить результирующий интервал или четкие значения для целевого показателя.

Инвестиционный проект – это процесс, состоящий из нескольких этапов. На самом первом этапе на первый план выходит исследование качественных рисков. Нужен инструмент, способный интегрировать все качественные факторы, которые зачастую инвестор может сформулировать лишь в словесной форме и на выходе показать влияние этих факторов на будущие результаты. Таким инструментом может быть система нечеткого вывода, в которой на основе совокупности нечетких предпосылок, заключений и базы правил нечеткого вывода получаем на выходе оценку показателей проекта как в качественном, так и в количественном виде.

На тех стадиях проекта, когда формируются плановые бюджеты, на первый план выходит количественный анализ рисков – удастся ли инвестору получить желаемую прибыль и какой возникает при этом риск. Подобный анализ можно провести представленным в работе нечетко-множественным методом.

В практической части работы были рассмотрены два инвестиционно-строительных проекта томской компании ТДСК. Реализованный проект был рассмотрен с точки зрения планирования. Первоначально проект был проанализирован с помощью классических методов анализа эффективности инвестиций. Были применены метод анализа чувствительности и имитационный метод Монте-Карло. В анализе чувствительности было получено, что итоговые показатели проекта более чувствительны к продажам. Для метода Монте-Карло было сделано 2 моделирования с разными вероятностными распределениями параметров. Были получены прогнозные вероятностные средние значения для NPV , рассчитаны стандартное отклонение и коэффициент вариации, которые можно интерпретировать как меру риска. По результатам расчетов был сделан вывод, что, во-первых, снижение неопределенности во входных данных повышает адекватность результирующих вероятностных показателей. Во-вторых, эти показатели очень чувствительны к задаваемым вероятностным характеристикам исходных факторов, что и

было отмечено ранее как один из основных недостатков классических методов анализа риска инвестиций.

Далее был проделан анализ обоих инвестиционных проектов (реализованного и реализуемого в настоящее время) с применением нечетко-множественного подхода. Параметры проектов были заданы как нечеткие переменные. На их основе получены в нечетко-интервальном виде такие интегральные показатели проектов, как чистый дисконтированный доход (NPV) и дисконтированный коэффициент рентабельности (DPI). Далее для этих показателей были рассчитаны риски их недостижения как в виде отдельных значений, так и в виде общих риск-функций. Были получены конкретные показатели, при которых инвестор может в новом проекте достичь той же эффективности, что и в уже реализованном. Было показано, что, хотя риски недостижения заданных уровней эффективности при реализации проектов получились в модели высокими, практическая возможность их осуществления является реальной. Можно сказать, инвестор склонен в планах к переоценке рисков, занижая показатели, и тем самым увеличивает степень неопределенности. В результате анализа это приводит к высоким показателям риска неэффективности. В таком случае хотелось бы порекомендовать инвестору более гибко реагировать на меняющиеся условия рынка, ведь стратегия перестраховки в перспективе может привести к снижению эффективности.

Таким образом, нечетко-множественный подход показывает себя более эффективным при анализе инвестиций и может использоваться для замены традиционных алгоритмов или в сочетании с ними. Расчеты на основе нечетких данных позволяют охватить весь спектр возможных ситуаций и рассчитать возможность возникновения риска, его количественные показатели, а также отнести данный проект к определенной группе риска и сделать соответствующие выводы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография / А. Е. Алтунин, М.В. Семухин – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000 – 352 с.
2. Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: сб. ст. – М., 1976. – С. 172–215.
3. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование: учебник и практикум / П.Г. Белов – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 211 с.
4. Беляева Е.Д. Инвестиционная политика предприятия как элемент долгосрочной финансовой политики / Е. Д. Беляева, Н. В. Собченко // Экономика и социум. – 2017. – №3(22). – С. 1742–1745.
5. Бирман Г., Экономический анализ инвестиционных проектов / Г. Бирман, С. Шмидт. – М.: ЮНИТИ, 2019. – 345 с.
6. Блау С. Л. Инвестиционный анализ: учебник для бакалавров / С. Л. Блау. – 3-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. – 256 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1091545> (дата обращения: 12.05.2021). – Режим доступа: для зарегистр. пользователей.
7. Борисова О. В. Инвестиционный анализ: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры: в 2 т. / О. В. Борисова, Н. И. Малых, Л. В. Овешникова. – ISBN: 978-5-534-01718-2. // Москва: Изд-во Юрайт, 2019. – Т.1 – 218 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/432922> (дата обращения: 02.05.2021). – Режим доступа: для зарегистр. пользователей.
8. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – Изд-во: Горячая линия-Телеком, 2012. – 284 с.
9. Борщ Л.М. Приоритеты формирования инвестиционной активности в экономике / Л.М. Борщ, Ю.Н. Воробьев, А.П. Бондарь // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2019. – №12. – С. 225-228.
10. Бычкова С.М. Анализ инвестиционной стратегии с позиций стейкхолдерской теории / С. М. Бычкова, Н.Н. Макарова, Е. А. Жидкова // Учет. Анализ. Аудит. – 2019. – № 1. – С. 33- 38.
11. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М.: Дело, 2015. – 241 с.
12. Воробьева Т. В. Управление инвестиционным проектом: учебная литература для вузов / Т. В. Воробьева. – 3-е изд. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2019. – 146 с.

13. Воровская Е. В. Подходы к классификации инвестиционных проектов // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2019. – № 4–1 (77). – С. 40–46.
14. Годовая бухгалтерская отчётность ОАО «ТДСК» за 2020 год // Раскрытие в сети интернет годовой бухгалтерской отчётности – Томск, 2021. – URL: <https://disclosure.1prime.ru/Portal/Default.aspx?emId=7014036553> (дата обращения: 02.05.2021).
15. Годовой отчёт общему собранию акционеров ОАО «ТДСК» по результатам работы за 2019 год // Раскрытие в сети интернет отчёта общему собранию акционеров — Томск, 2020. – URL: <https://disclosure.1prime.ru/Portal/Default.aspx?emId=7014036553> (дата обращения: 02.03.2021).
16. Горбачев, С. В. Нейро-нечеткие методы в интеллектуальных системах обработки и анализа многомерной информации : монография / С. В. Горбачев, В. И. Сыряжкин ; под редакцией В. И. Сырямкина. — Томск: ТГУ, 2014. – 442 с.
17. Горбунов Д.В. Методические подходы к отбору инвесторов в целях осуществления совместного инвестирования инновационных проектов // Азимут научных исследований. Экономика и управление. – 2019. – Т. 6, № 2 (19). – С. 70-74.
18. Глушенко С.А. Система нечеткого моделирования рисков инвестиционно-строительных проектов / С. А. Глушенко, А. И. Долженко // Бизнес-информатика. – 2015. – № 1 (31). – С. 48–58.
19. Грачева М. В. Учет проектных рисков в нестационарных условиях // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2015. – № 32. – С. 2–14.
20. Гринчар Н. Н. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов по критерию экономической устойчивости // Universum: Экономика и юриспруденция. – 2019. – № 4 (37). – С. 20–23.
21. Гришина Е. Ю. Сравнительный анализ методологических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов от 1999 года и от 2008 / Е. Ю. Гришина, Е. И. Михайлова, О. М. Фокина // Профессиональные компетенции государственных служащих: формирование и развитие. – 2019. – С. 173–183.
22. Дугушкина А. Н. Основные принципы оценки эффективности инвестиций / А. Н. Дугушкина, А. И. Зотова // Материалы ивановских чтений. – 2017. – № 2–1 (12). – С. 152–159.
23. Евсюкова Е.А. Решение задач нечеткой логики в среде Mathcad // Образовательные технологии и общество. – 2011. – № 2 (14). – С. 306-315.

24. Журавлев И.Б. Связь риска со стоимостью инновационного проекта // Управление финансовыми рисками. – 2019. – No4. – С.290–297. – URL: <https://grebennikon.ru.ez.lib.tsu.ru/article-etqa.html> (дата обращения: 19.04.2021).
25. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
26. Зак Ю.А. Алгоритм выбора специалистов для реализации инновационных проектов // Менеджмент сегодня. – 2019. – No4. – С.246–254. – URL: <https://grebennikon.ru.ez.lib.tsu.ru/article-40d7.html> (дата обращения: 14. 03.2021).
27. Зак Ю.А. Нечеткие оценки продолжительности выполнения проектов // Менеджмент сегодня. – 2019. – No2. – С.158–164. – URL: <https://grebennikon.ru.ez.lib.tsu.ru/article-29l7.html> (дата обращения: 14. 03.2021).
28. Как рассчитать ставку дисконтирования и риски для производственного предприятия // Справочник экономиста. – [Б. м.], 2021. – URL: https://www.profiz.ru/se/9_2008/kak_raschitat_stavku_i_ri (дата обращения 11.03.2021 г.).
29. Каранина Е.В. Оптимизация процесса систематизации и оценки рисков предприятия в кризисных условиях // Вестник Пермского университета – 2020. – № 4(7). – С. 10–14. – URL: <http://econom.psu.ru/upload/iblock/fb9/karanina-e.v.-optimizatsiya-protsessasistematizatsii-otsenki-riskov-predpriyatiya-v-krizisnykh-usloviyakh.pdf> (дата обращения: 07.05.2021).
30. Кириченко А.О. Управление инвестициями корпорации и оценка эффективности риска инвестиционных проектов // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 5. – С. 584-588.
31. Ковалев В. В. Инвестиции : учебник для бакалавров / В. В. Ковалев, В. В. Иванов, В. А. Кантаурова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Проспект, 2021. – 592 с.
32. Ковалев П.П. Особенности оценки рисков инвестиционных проектов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – Том 7, № 5. – С. 251–260.
33. Королькова Е.М. Риск-менеджмент реальных инвестиций // Экономика и предпринимательство. – 2019. – №7(72). – С. 536–546.
34. Косов М.Е. Критерии и методы оценки эффективности инвестиционных проектов // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 6, № 4 (21). – С. 120-123.
35. Кофман А., Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Хил Алуха Х. – Минск: Выш. школа, 1992. – 352 с.

36. Лавренова Г.А. Анализ методов оценки рисков инвестиционной деятельности предприятия / Г.А. Лавренова, Е. В. Лавренова, – М.: ЭКОНОМИНФО, 2020. – Т.15. – С.71-76.
37. Лапшакова Е.Ю., Григорьева Н.Н. К вопросу об оценке экономической эффективности инвестиционных проектов // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2020. – Т. 2. – С. 192-195.
38. Лисовский, А. Л. Управление инвестиционными проектами: учебно-методическое пособие / А. Л. Лисовский, Т. А. Никерова, Л. А. Шмелева. — Москва: Научный консультант, 2019. — 72 с.
39. Максимов О.Б. Анализ риска инвестиций с применением нечетких множеств // Управление риском. – 2020. – №1. – С. 223–225.
40. Матвеева, Л. Г. Управление инвестиционными проектами в условиях риска и неопределенности: учебное пособие для вузов / Л. Г. Матвеева, А. Ю. Никитаева, О. А. Чернова, Е. Ф. Щипанов. – ISBN: 978-5-534-04586-4 // Москва: Изд-во Юрайт, 2020. – 298 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/452764> (дата обращения: 02.05.2021).
41. Мачерет Д.А. Об оценке эффективности инвестиций в инновационные проекты // Д. А. Мачерет, А.В. Кудрявцева // Экономика железных дорог. – 2019. – №12. – С. 21–26.
42. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06. 1999 N ВК 477) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. – Версия Проф. – М., 2021. – Режим доступа: локальная сеть Науч. б-ки Том. гос. ун-та.
43. Моделирование системы нечеткого вывода // MATLAB. – [Б. м.], 2021. – URL: https://ch.mathworks.com/?s_tid=gn_logo (дата обращения: 04.05.2021).
44. Недосекин А.О. Новый показатель оценки риска инвестиций / А. О. Недосекин, К. И. Воронов // Административно-управленческий портал – М., 2020. – URL: <http://www.aup.ru/articles/investment/4.htm> (дата обращения: 05.05.2021 г.).
45. Недосекин А.О. Новый комплексный показатель оценки финансового состояния предприятия / О. Недосекин, А. О. Максимов // Административно-управленческий портал – М., 2020. – URL: <http://www.aup.ru/articles/finance/8.htm> (дата обращения: 07.05.2021 г.).
46. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечётко-множественных описаний // Административно-управленческий портал – М., 2020. – URL: http://www.mirkin.ru/_docs/doctor005.pdf (дата обращения: 20.12.2020 г.).
47. Недосекин А.О. Нечетко-множественный подход в маркетинговых исследованиях / А. О. Недосекин, А. Овсянко // Административно-управленческий портал

– М., 2020. – URL: <http://www.aup.ru/articles/marketing/15.htm> (дата обращения: 10.05.2021 г.).

48. Недосекин А.О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики. – 2002. – №11. – С. 45–54.

49. Новостной портал The Village // Новости Москвы, Санкт-Петербурга [Б. м.], 2021. – URL: <https://www.thevillage.ru/village/business/hf/148961-reyting-fondov#4> (дата обращения: 04.05.2021).

50. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений: федер. закон от 25.02.1999 г. № 39 – ФЗ (ред. от 08.12.2020) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. – Версия Проф. – М., 2021. – Режим доступа: локальная сеть Науч. б-ки Том. гос. ун-та.

51. Об утверждении порядка проведения экспертизы и методики оценки эффективности инвестиционных проектов: распоряжение Губернатора Том. обл. от 04.06.2007г. № 294–р: (ред. 07.11.2018г. № 297 – р). // КонсультантПлюс: справ. правовая система. – Томская область – М., 2021. – Режим доступа: локальная сеть Науч. б-ки Том. гос. ун-та.

52. Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 27.06.2019 г. № 151-ФЗ (ред. от 30.04.2021) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. – Версия Проф. – М., 2021. – Режим доступа: локальная сеть Науч. б-ки Том. гос. ун-та.

53. Павлов А. Н. Принятие решений в условиях нечеткой информации: учеб. пособие / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов. – СПб: ГУАП, 2006 – 72 с.

54. Павлыш Э.В. Оптимизация инвестиционных затрат при реализации комплексных инновационных проектов // Управление экономическими системами. – 2017. – №5 (7). – С. 54.

55. Пайни К. Неопределенные выгоды. Влияние рисков на реализацию выгод // Управление проектами и программами. – 2019. – No2. – С.152–163. – URL: <https://grebennikon-ru.ez.lib.tsu.ru/article-si0z.html> (дата обращения: 11.05.2021).

56. Погодина Т.В. Управление финансовыми рисками инвестиционных процессов в регионе // Научные ведомости белгородского государственного университета. Экономика. Информатика. – 2019. – Т. 41, № 2. – С. 20-24.

57. Попова А. Ю. Оценка риска инвестиционного проекта // Экономика и бизнес. – 2021. – №2 – С. 53–57. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/03/pdf/07.pdf> (дата обращения: 12.03.2019).

58. Птускин А.С. Решение стратегических задач в условиях размытой информации / А. С. Птускин. – М.: Изд-во: Дашков и К, 2019. – 357 с.
59. Риск-менеджмент инвестиционного проекта: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Под ред. М.В. Грачёвой, А.Б. Секерина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2019. – 544с.
60. Роднина С.М. Использование метода нечёткой логики при оценке недвижимости // Информатика, телекоммуникации и управление. – 2020. - №6. – С.15.
61. Росстат // Статистический сборник «Строительство России – 2020» [Б. м.], 2021. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tASKTSkO/Stroitelstvo_2020.pdf (дата обращения: 12.03.2021).
62. Саати Т. Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Cloud Of Science. – 2015. – Т. 2, № 1. – С. 105 – 118.
63. Саати Т. Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосязаемых факторов // Cloud Of Science. – 2016. – Т. 3, № 2. – С. 171-262.
64. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Л. Саати; пер. Р.Г.Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 199. – 344 с.
65. Седова, Н. А. Mathcad: решение задач по теории нечётких множеств: учебное пособие / Н. А. Седова, В. А. Седов. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 199 с.
66. Седова, Н. А. Теория нечетких множеств: учебное пособие / Н. А. Седова, В. А. Седов. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 421 с.
67. Серебрякова, Т. Ю. Риски организации: их учет, анализ и контроль: монография / Т. Ю. Серебрякова, О. Г. Гордеева. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 233 с.
68. Султанова, Д. Ш. Техничко-экономическое обоснование инвестиционного проекта: учебное пособие / Д. Ш. Султанова, Д. Д. Исхакова, А. Ю. Маляшова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. – 120 с.
69. Тегин А.В. Проявления финансовых рисков в строительной отрасли и их влияние на стоимость компаний // Управление финансовыми рисками. – 2019. – No3. – С.210–218. – URL: <https://grebennikon-ru.ez.lib.tsu.ru/article-tqfz.html> (дата обращения: 15.02.2021).
70. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области // Томскстат: [Б. м.], 2021. – URL: <https://tmsk.gks.ru/> (дата обращения: 08.04.2021 г.).

71. Тимшина Д.В. Нечёткая логика и анализ эффективности инвестиционных проектов в среде MatLab, Fuzzy Logic Toolbox / Д. В. Тимшина, Ю. Ю. Работа // Вестник академии знаний. – 2014. – №1 (8). – С. 70–81.
72. Ткачева С.А. Инвестиционная политика и инвестиционная стратегия как взаимосвязанные элементы эффективной деятельности предприятия // Апробация. – 2016. – № 10 (49). – С. 149-150.
73. Томасова Д. А. Стратегический анализ с применением размытой логики и теории нечетких множеств: учебное пособие / Д. А. Томасова. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 105 с.
74. Турмачев Е.С. Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов // Анализ эффективности инвестиций. – 2021. – №3. – С. 100–101. – URL: http://www.cfin.ru/press/afa/97_3_232-240.pdf. (дата обращения: 12.05.2021).
75. Уварова, С. С. Организационно-экономические изменения инвестиционно-строительного комплекса на микроуровне: управление и анализ: монография / С. С. Уварова, С. В. Беляева, – 2-е изд. – Москва: МИСИ-МГСУ, 2020. – 188 с.
76. Управление инвестиционными проектами в условиях риска и неопределенности: учебное пособие / под ред. Л. Г. Матвеева, А. Ю. Никитаева, О. А. Чернова, Е. Ф. Щипанова. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2020. — 299 с.
77. Фалин Г.И. Метод Монте-Карло в теории риска // Анализ эффективности инвестиций. – 2020. – №4. – С. 50–51. – URL: <https://www.math.msu.su.htm>. (дата обращения: 04.05.2021).
78. Федеральная служба государственной статистики / Росстат. – [М.], 2021. –URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 20.04.2021 г.).
79. Флегонтов, А. В. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных: монография / А. В. Флегонтов, В. Б. Вилков, А. К. Черных. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 332 с.
80. Фокина О.М. Сравнительный анализ методологических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов от 1999 года и от 2008 / О.М. Фокина, Е.Ю. Гришина, Е.И. Михайлова // Материалы межвузовской научно-практической конференции «Профессиональные компетенции государственных служащих: формирование и развитие» - Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2019. – С.173-181.
81. Хобта В. М. Формирование хозяйственных решений / В.М. Хобта, О.А.Солодова, С.И. Кравченко, О.Н. Фищенко, Д.В. Егоренко. –Донецк: Изд-во Каштан, 2015. – 416 с.

82. Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций/ В.В. Царев. – СПб.: Питер, 2019 – 500 с. – URL: <https://dlib.rsl.ru/01002455491> (дата обращения: 19.05.2021 г.).
83. Циплакова Е.М. Инвестиционный анализ: учебное пособие / Циплакова Е.М. — Челябинск, Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 54 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/94202.html> (дата обращения: 12.05.2021). — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
84. Чернов В.Б. Оценка финансовой реализуемости и коммерческой эффективности комплексного инвестиционного проекта // Экономика и математические методы. – 2005. – Т. 41, №2. – С. 29-37.
85. Черняк, В. З. Управление инвестиционными проектами : учебное пособие для вузов / В. З. Черняк. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 364 с.
86. Шарп У. Инвестиции: теория и практика / У. Шарп, Г. Александер, Г. Бэйли; пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 256 с.
87. Шваков Е. Е. Инвестиционный потенциал промышленного предприятия, его оценка, формирование и развитие / Е. Е. Шваков, А. Я. Троцкий // Финансы и кредит. – 2017. – № 3. – С. 54–64.
88. Шмалько С.П. Оценка уровня экономической безопасности предприятия с позиции нечетких финансовых показателей / С. П. Шмалько, Д. А. Пивоваров // Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2019. – № 6-1 (88). – С. 212-217.
89. Штовба С.Д. «Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику»/ Нечёткая логика. – [Б. м.], 2021. – URL: <http://www.matlab.ru/fuzzylogic/book1/index.asp> (дата обращения: 12.04.2021).
85. Элбейбитов А. Проблемы оценки рисков инвестиционных проектов // Инновации и инвестиции – 2020. – №1. – С. 73 – 78. – URL: <http://groupglobal.org/ru/publication/58846-problemy-ocenki-riskovinvesticionnyh-proektov> (дата обращения: 11.02.2021).
90. Эпштейн Д. Процесс управления рисками // Управление проектами и программами. — 2021. — № 1. — С.52–70. — URL: <https://grebennikon-ru.ez.lib.tsu.ru/article-qsu2.html> (дата обращения: 10.01.2021 г.).
91. Эпштейн Д. Рабочий процесс планирования проекта // Управление проектами и программами. – 2019. – №2(58). – С. 126–139. – URL: <https://grebennikon-ru.ez.lib.tsu.ru/article-p8q7.html> (дата обращения: 10.01.2021 г.).
92. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. – 4-е изд. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 315 с.

93. Baser, F. Hybrid fuzzy least-squares regression analysis in claims reserving with geometric separation method / F. Baser, A. Apaydin // *Mathematics and Economics*. – 2018. – Vol 47(2). – P. 113–122.
94. Bojadziev G. Fuzzy Logic for Business, Finance and Management // *Advances in Fuzzy Systems*. – 1997. – Vol. 12. – P. 101-127.
95. Buckley, J. Solving fuzzy equations in economics and finance // *Fuzzy Sets & Systems*. – 1992. – Vol. 48, №2. – P. 50-70.
96. Dimova L. Fuzzy Capital Budgeting: Investment Project Valuation and Optimization / L. Dimova, P. Sevastjanov, D. Sebastianov. – New York: Chenstohova Tech. Univercity Proceedings, 2001. –150 p.
97. Dong M. G. Project investment decision making with fuzzy information: A literature review of methodologies based on taxonomy / M. G. Dong, S. Y. Li // *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. – 2019. – Vol. 30. – №. 6. – P. 3239-3252.
98. GUPTA, M. Fuzzy Automata and Decision Processes / M. GUPTA, G. SARIDIS, B. GAINES. – Amsterdam: North, 2001. – P.156-180.
99. Kaufmann A. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications / Kaufmann, M. Gupta. – New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. – 301 p.
100. Mamdani E. Applications of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant. E. Mamdani. – Amsterdam: IEEE, 1974. – P. 1585-1588.
101. Margareta F. Management of Publicly Financed Projects – A Practical Approach / Economic Press. – 2019. – Vol. 7, №1. – P. 150-155.
102. Markowitz H. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments / H. Markowitz. – New York: Wiley, 1959. – P. 250.
103. Masciandar D. Central Bankers as Supervisors: Do Crises Matter? / D. Masciandaro, D. Romelli // *European Journal of Political Economy*. – 2019. – Vol. 52. – P. 120–140.
104. Morrison, A. D. Level Playing Fields in International Financial Regulation. / A. D. Morrison, L. White // *Journal of Finance*. – 2020. – Vol. 64. P. 1099–1142.
105. Peng J. Credibilistic value and average value at risk in fuzzy risk analysis // *Fuzzy Information and Engineering*. – 2011. Vol. 3, №1. – P. 69-79.
106. Sebastian, S. Multi-fuzzy sets: An extension of fuzzy sets / S. Sebastian, T. V. Ramakrishnan // *Fuzzy Information and Engineering*. – 2019. – Vol 3, № 1, P. 35-43.
107. Zimmerman H. J. Fuzzy Sets Theory – and Its Applications / H. J. Zimmerman. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001. – 562 p.

Приложение А

Данные по проекту КПД-1 (фрагмент)

Плановый БДДС для проекта КПД-1(фрагмент)

	A	B	C	D	E	F	G	H	AF	AG	AH	AI
1	Отчет "Бюджет движения денежных средств (Утвержден)											
2												
3	Период: Январь 2018 г. - Декабрь 2020 г.											
4	Периодичность: месяц											
5												
6	Отбор:											
7												
8												
9	Источник адаптера								дек.19	январ.20	фев.20	мар.20
10									Сумма План	Сумма План	Сумма План	Сумма План
11	Поступление средств								33 000 000	85 602 197	48 920 855	84 585 517
12	Продажа квартир									61 605 197	48 920 855	84 585 517
13	реализация кв.м. (доля ТДСК)									61 605 197	48 920 855	84 585 517
14	Заемные средства								33 000 000	23 997 000		
15	инвестиционные								33 000 000	23 997 000		
16	Выплаты								33 000 000	83 080 172	38 508 000	59 582 000
17	Финансирование инвестиционно_строительных проектов								33 000 000	44 211 172	7 128 000	7 128 000
18	Финансирование инвест_строит. проектов								33 000 000	44 211 172	7 128 000	7 128 000
19	Погашение кредитов и процентов за пользование									38 869 000	31 380 000	52 454 000
20	Инвестиционные кредиты									38 869 000	31 380 000	52 454 000
21	Гашение % по финансир. стр-ва тек года									1 906 000	2 027 000	1 703 000
22	Гашение основ долг по финансир. стр-ва тек года									36 963 000	29 353 000	50 751 000
23	Налоги											
24	Налог на прибыль											
25	Изменение фин. ресурсов (Сальдо поступлений и выплат)									2 522 025	10 412 855	25 003 517
26	Поток до налогообложения									2 522 025	10 412 855	25 003 517
27	Поток нарастающим итогом до налогообложения								-186 657 170	-184 135 145	-173 722 290	-148 718 773
28	Вложено собственных средств (первоначальные вложения)											
29	Соотношение заемных / Стоимость проекта											
30												
31	Сценарий План 2020											
32									дек.19	январ.20	фев.20	мар.20
33										План 2020	План 2020	План 2020
34	Продажа квартир									61 605 197	48 920 855	84 585 517
35	Заключено договоров на площадь квартир, м2									1 100	1 100	1 800
36	Стоимость м2									55	55	55
37												
38	Сценарий План 2020 Корректировка											
39									дек.19	январ.20	фев.20	мар.20
40										План 2020 Кор	План 2020 Кор	План 2020 Кор
41	Продажа квартир									61 605 197	48 920 855	84 585 517
42	Заключено договоров на площадь, м2									1 588	2 082	2 518
43	Стоимость м2									55	55	55

Фактический БДДС для КПД-1(фрагмент)

	A	B	C	D	E	F	G	H	AF	AG	AH	AI
1	Отчет "Бюджет движения денежных средств (Утвержден)											
2												
3	Период: Январь 2018 г. - Декабрь 2020 г.											
4	Периодичность: месяц											
5												
6	Отбор:											
7												
8												
9	Источник адаптера								дек.19	январ.20	фев.20	мар.20
10									Сумма Факт	Сумма Факт	Сумма Факт	Сумма Факт
11	Поступление средств								141 424 401	108 131 842	96 454 916	114 610 13
12	Продажа квартир								109 949 100	63 920 671	84 186 767	103 795 88
13	реализация кв.м. (доля ТДСК)								109 949 100	63 920 671	84 186 767	103 795 88
14	Заемные средства								31 475 301	44 211 172	12 268 149	10 814 25
15	инвестиционные								31 475 301	44 211 172	12 268 149	10 814 25
16	Выплаты								50 043 973	94 852 147	58 657 215	70 859 03
17	Финансирование инвестиционно_строительных проектов								33 490 488	44 211 172	12 339 704	1 016 59
18	Финансирование инвест_строит. проектов								33 490 488	44 211 172	12 339 704	1 016 59
19	Погашение кредитов и процентов за пользование								16 553 485	50 640 975	46 317 511	69 842 44
20	Инвестиционные кредиты								16 553 485	50 640 975	46 317 511	69 842 44
21	Гашение % по финансир. стр-ва тек года								2 040 085	2 072 715	1 911 571	1 357 84
22	Гашение основ долг по финансир. стр-ва тек года								14 513 400	48 568 260	44 405 940	68 484 60
23	Налоги											
24	Налог на прибыль											
25	Изменение фин. ресурсов (Сальдо поступлений и выплат)								91 380 428	13 279 695	37 797 701	43 751 09
26	Поток до налогообложения								91 380 428	13 279 695	37 797 701	43 751 09
27	Поток нарастающим итогом до налогообложения								-258 308 424	-245 028 729	-207 231 028	-163 479 93
28	Вложено собственных средств (первоначальные вложения)											
29	Соотношение заемных / Стоимость проекта											
30												

Таблица П1 – Расчет стоимости строительства по проекту КПД-1 (фрагмент)

Наименование работ и затрат	Общая стоимость тыс. руб.
1. Стоимость прав реализации проекта	
- стоимость земельного участка; - затраты на объекты инженерно-технического обеспечения; - целевой сбор на развитие инженерной инфраструктуры; - и т.д.	20 761
Всего по гл. 1	20 761
2. Стоимость строительства	
2.1. Подготовка территории строительства	
- отвод земельного участка, выдача архитектурно-планировочного задания и красных линий застройки; - разбивка основных осей зданий и сооружений, перенос их в натуру и закрепление пунктами и знаками; - освобождение территории строительства; *другие работы (указать).	147 638
Всего по п.2.1	785

2.6. Наружные сети и сооружения	
- водоснабжения;	4 748
- теплоснабжения;	20 451
- канализация.	7 672
Всего по п.2.6	32 871
2.7. Благоустройство и озеленение территории	
- благоустройство;	41 665
- озеленение.	1 021
Всего по п.2.7	42 686
2.8. Временные здания и сооружения	
Всего по п.2.8	5 059
2.9. Прочие работы и затраты	
Всего по п.2.9	50 444
2.10. Затраты заказчика-застройщика	
Всего по п.2.10	7 435
2.11. Подготовка эксплуатационных кадров и стартовые эксплуатационные расходы до выхода здания на проектную мощность	
Всего по п.2.11	
2.12. Проектные и изыскательские работы	
Всего по п.2.12	11 208
2.13. Резерв средств на непредвиденные затраты	
Всего по гл.2.13	5 677
2.14. Затраты на реализацию проекта (реклама, риэлтерские услуги)	
Всего по гл.2.14	
ИТОГО общая стоимость проекта инвестиций в строительство, включая НДС	651 852

Приложение Б

Данные по проекту КПД-2 (фрагмент)

Плановый БДДС для проекта КПД-2(фрагмент)

	A	B	C	D	E	F	G	H	AS	AI	AU
1	Отчет "Бюджет движения денежных средств (Утвержден)"										
2											
3	Период: Январь 2018 г. - Декабрь 2020 г.										
4	Периодичность: месяц										
5											
6	Отбор:										
7											
8											
9											
10	Источник адаптера								январь.21	февраль.21	март.21
11									Сумма План	Сумма План	Сумма План
12	Поступление средств										45 800 000
13	Продажа квартир										
14	реализация кв.м. (доля ТДСК)										
15	Заемные средства										45 800 000
16	инвестиционные										45 800 000
17	Выплаты								9 682 354	22 103 500	32 040 689
18	Финансирование инвестиционно_строительных проектов								9 682 354	22 103 500	31 729 500
19	Финансирование инвест_строит. проектов								9 682 354	22 103 500	31 729 500
20	Погашение кредитов и процентов за пользование										311 189
21	Инвестиционные кредиты										311 189
22	Гашение % по финансир. стр-ва тек года										311 189
23	Гашение основ долг по финансир. стр-ва тек года										
24	Налоги										
25	Налог на прибыль										
26	Изменение фин. ресурсов (Сальдо поступлений и выплат)								-9 682 354	-22 103 500	13 759 311
27	Поток до налогообложения								-9 682 354	-22 103 500	13 759 311
28	Поток нарастающим итогом до налогообложения								-242 437 052	-264 540 552	-250 781 241
29	Вложено собственных средств (первоначальные вложения)								-9 682 354	-22 103 500	
30	Соотношение заемных / Стоимость проекта										
31											

Таблица П2 – Расчет стоимости строительства по проекту КПД-2 (фрагмент)

Наименование работ и затрат	Общая стоимость тыс. руб.
1. Стоимость прав реализации проекта	
- стоимость земельного участка;	11 761
- затраты на объекты инженерно-технического обеспечения;	
- целевой сбор на развитие инженерной инфраструктуры;	
- и т.д.	
Всего по гл. 1	11 761
2. Стоимость строительства	
2.1. Подготовка территории строительства	173
- отвод земельного участка, выдача архитектурно-планировочного задания и красных линий застройки;	
- разбивка основных осей зданий и сооружений, перенос их в натуру и закрепление пунктами и знаками;	
- освобождение территории строительства;	
*другие работы (указать).	
Всего по п.2.1	173
2.7. Благоустройство и озеленение территории	

Продолжение таблицы расчет стоимости строительства по проекту КПД-2 (фрагмент)

- благоустройство;	29 751
- озеленение.	2 972
Всего по п.2.7	32 723
2.8. Временные здания и сооружения	
Всего по п.2.8	4 625
2.9. Прочие работы и затраты	
Всего по п.2.9	34 767
2.10. Затраты заказчика-застройщика	
Всего по п.2.10	6 677
2.11. Подготовка эксплуатационных кадров и стартовые эксплуатационные расходы до выхода здания на проектную мощность	
Всего по п.2.11	
2.12. Проектные и изыскательские работы	
Всего по п.2.12	13 859
2.13. Резерв средств на непредвиденные затраты	
Всего по гл.2.13	5 095
2.14. Затраты на реализацию проекта (реклама, риэлтерские услуги)	
Всего по гл.2.14	
ИТОГО общая стоимость проекта инвестиций в строительство, включая НДС	546 755

Приложение В

Программная реализация

Программа расчетов по проекту КПД-1. Для проекта КПД-2 программа аналогична.

```
rm(list=ls())
# Функция Расчета NPV по БДДС
NPV <- function(S,FF){
  F_nt_cs <- cumsum(S+Cr-FF-Re)#поток до налогообложения нарастающим итогом
  tax <- c(0)# Налог
  for (i in c(2:n)) {
    tax[i] <- 0
    if (F_nt_cs[i-1] > 0){
      tax[i] <- F_nt_cs[i-1]*0.2-sum(tax[1:(i-1)])
    }
  }
  return(sum((S+Cr-FF-Re-tax)*Ri))
}
# функция MNF которая находит границы NPV по заданному уровню альфа
MNF <- function(alfa){
  eps <- 1e-10
  a <- -43.203519
  b <- 46.826783
  while (abs(b-a) > eps) {
    x<-(a + b)/2.0
    fx <- NPV_F(x)-alfa
    fa <- NPV_F(a)-alfa
    if (((fx < 0) & (fa < 0)) | ((fx > 0) & (fa > 0))) {
      a <- x
    }
    else b = x
  }
  npv1 <-x
  a <- 46.826783
  b <- 170.279260
  while (abs(b-a) > eps) {
    x<-(a + b)/2.0
    fx <- NPV_F(x)-alfa
    fa <- NPV_F(a)-alfa
    if (((fx < 0) & (fa < 0)) | ((fx > 0) & (fa > 0))) {
      a <- x
    }
    else b = x
  }
  npv2 <-x
  return(c(npv1,npv2))
}
# функция для расчета параметра риска  $\phi(\alpha)$  по заданному G,  $\alpha$ 
FI <- function(a, G) {
  npv <- MNF(a)
  if (G < npv[1]) fi <- 0
  if (G > npv[2]) fi <- 1
  if ( (G >= npv[1]) & (G <= npv[2]) ) fi <- (G-npv[1])/(npv[2]-npv[1])
  return(fi)
}
```

```

# Задание нечетких чисел-----
# функция MF принимает на вход значение x и нечеткое число A
# и возвращает значение функции принадлежности  $\mu(x)$ 
MF <- function(x,A){
  if ( x <= (A[1]-A[3]) ) mf <- 0
  if ((x > (A[1]-A[3])) & (x < A[1])) mf <- 1-((A[1]-x)/A[3])
  if ((x > A[2]) & (x < (A[2]+A[4]))) mf <- 1-((x-A[2])/A[4])
  if (x >= (A[2]+A[4])) mf <- 0
  if ((x >= A[1]) & (x <= A[2])) mf <- 1
  return(mf)
}
# функция MFP принимает на вход границы базового множества U и нечеткое число A
# и возвращает 101 значение функции принадлежности  $\mu(x)$  для всего интервала U
MFP<- function(U,A){
  x<-seq(U[1],U[2],by=((U[2]-U[1])/100))
  mfp<-c()
  for (i in 1:length(x)) {
    mfp[i] <- MF(x[i],A)
  }
  return(mfp)
}
# Загрузка данных
input <- read.csv(file = "KPD1P.csv",header = TRUE,sep = ";",dec = ",")
r год <- 0.0662# Годовая ставка дисконтирования
ri <- 1/(1+r год)^(1/12) #Помесячный коэффициент дисконтирования
Cr<-input$credit*1e-6#кредитные средства
Re<-input$return*1e-6#возврат кредита
S0<- input$sale*1e-6#продажа
F0<- input$build*1e-6#стройка
n<- length(F0)
# коэффициент дисконтирования
Ri<- c(1)
i1 <- 4
Ri[1:i1] <- 1
Ri[i1+1] <- ri
for (i in c((i1+2):length(F0))) {
  Ri[i] <- Ri[i-1]*ri
}
# Нечеткое число задается в виде A<-c(a,b,a, $\beta$ )# Базовое множество задается в виде U<-c(U1,U2)
# Задаем нечеткое число F
Ut<- c(500,700)
xt<-seq(Ut[1],Ut[2],by=((Ut[2]-Ut[1])/100))#вектор из 101 значения в интервале U
Fn <- c(632.680595, 632.680595,101.981841 ,38.342809 )
# Задаем нечеткое число S
SS0 = sum(S0)
Ud<- c(0.75*SS0,SS0)
xd<-seq(Ud[1],Ud[2],by=((Ud[2]-Ud[1])/100))
S <- c(0.92*SS0,0.92*SS0,0.92*SS0-0.82*SS0,1.24*SS0-0.92*SS0)
par(las = 1,lab=c(4,3,1), cex.lab=2, cex.axis=2, mgp =c(3,1,0), xaxs='i')
# график функции принадлежности для F
plot(x=xt,y=MFP(Ut,Fn),type='l', col = 'blue',lwd='3', ylab ="",xlab = parse(text = "~F[1]~','~млн.руб.")
,
  panel.first=grid(lwd = '3'))
mtext(parse(text = '~ $\mu[F]$ '),side = 2, line = 0.5, padj = -6, las=2,cex=2.4)
# график функции принадлежности для S
plot(x=xd,y=MFP(Ud,S),type='l', col = 'blue',lwd='3', ylab ="",xlab = parse(text = "~S[1]~','~млн.руб."),

```

```

panel.first=grid(lwd = '3'))
mtext(parse(text = '~mu[S]'),side = 2, line = 0.5, padj = -6, las=2,cex=2.4)
# Получение NPV КПД-1
T2 <- data.frame(
  a = c(0, 0, 0.25, 0.25, 0.5, 0.5, 0.75, 0.75, 1),
  edge = c("L", "R", "L", "R", "L", "R", "L", "R", "LR"),
  Fcof = c(1.060603739, 0.838809911, 1.0454528, 0.879108675,
    1.030301869, 0.919404996, 1.015150464, 0.959705426, 1),
  Scof = c(0.82, 1, 0.845, 1, 0.87, 1, 0.895, 1, 0.92)
)
T2["NPVF"] <- 0
for (i in 1:length(T2$NPVF)) {
  T2$NPVF[i] <- NPV(S0*T2$Scof[i],F0*T2$Fcof[i])
}
tt <-data.frame("NPV"=T2$NPVF,"mu"=T2$a)
DNPV <- tt[order(tt$NPV),]
# График NPV
plot(DNPV,type='l',las= 0 ,col = 'blue',lwd='3', ylab = "",xlab = 'NPV, млн. руб.',
  cex.lab=2, cex.axis=2, mgp =c(2.75,1,0), xaxs='i',las=1,lab=c(3,3,1),xlim=c(-100,200),
  panel.first=grid(lwd = '3'))
points(DNPV,pch=19,lwd = '6')
segments(-100,0,DNPV$NPV[1],0,col = 'blue',lwd='3')
segments(DNPV$NPV[9],0,200,0,col = 'blue',lwd='3')
mtext(parse(text = '~mu[NPV]'),side = 2, line = 0, padj = -9, las=2,cex=2.4)
# зададим полученное NPV проекта в виде функции
NPV_F <- function(x){
  if (( x < (-43.203519)) | ( x > 170.279260)) npv <- 0
  if (( x >= (-43.203519)) & ( x < 46.826783)) npv <- 1-((46.826783-x)/90.030302)
  if (( x >= 46.826783) & ( x < 112.406903)) npv <- 1-((x-46.826783)/262.32048)
  if (( x >= 112.406903) & ( x <= 170.279260)) npv <- 1-((x-93.116117)/77.163143)
  return(npv)
}
# расчет  $\phi(\alpha)$  для  $\alpha$  от 0 до 1 с шагом d при заданном G
NPV(S0,F0)
## [1] 93.09432
G <-93.09432
d <- 0.001
alfa <- seq(0,1,by=d)
fi<- c()
for (i in (1:length(alfa))) {
  fi[i]<-FI(alfa[i],G)
}
fia <- data.frame(alfa, fi)
#Расчет риска для полученного  $\phi(\alpha)$ 
risk <- sum(fia$fi[2:length(alfa)])*d*100
risk
## [1] 75.80309
#Расчет риск-функции проекта
# Изменяем G от 0 до NPVmax
d <-0.001
alfa <- seq(0,1,by=d)
GR <- seq(0,MNF(0)[2],by=MNF(0)[2]/100)#получаем 101 значение G
RiskG <- c()
for (i in (1:101)) {
  fi1 <- c()
  for (k in (1:length(alfa))) {
    fi1[k]<-FI(alfa[k],GR[i])
  }
}

```

```

}
RiskG[i] <- sum(fi1[2:length(alfa)])*d*100
}
RiskProject <- data.frame(GR,RiskG)
# График риск-функции
plot(x=RiskProject$GR,y=RiskProject$RiskG, col='magenta',
     type='l', lwd='3', ylab = 'Risk, %', xlab = 'G, млн. руб.',
     cex.lab=2, cex.axis=2, mgp = c(2.5,1,0),
     panel.first=grid(lwd = '3'))
# Расчет DPI
1+NPV(S0,F0)/(sum(F0*Ri))
##### АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ----
# 1. фиксируем затраты, изменяем продажи от 80% до 100%
npv1<-c()
for (i in c(1:21)) {
  S1 <- S0*((i+79)/100)
  npv1[i] <- NPV(S1,F0)
}
# 2. фиксируем продажи, изменяем затраты в сторону уменьшения от 120% до 100%
npv2<-c()
for (i in c(21:1)) {
  F1 <- F0*((i+99)/100)
  npv2[22-i] <- NPV(S0,F1)
}
# коэффициент эластичности
100*(npv1[21]-npv1[20])/npv1[21]
100*(npv2[21]-npv2[20])/npv2[21]
plot(x=seq(80,100,by=1),y=npv1, col='magenta',
     type='l', lwd='3', ylab = 'NPV, млн. руб', xlab = 'Изменение параметра, %',
     cex.lab=2, cex.axis=2, mgp = c(2.7,1,0),
     panel.first=grid(lwd = '3'))

lines(x=seq(80,100,by=1),y=npv2, col='blue',
      type='l', lty= 2, lwd='3', ylab = 'NPV, млн. руб', xlab = 'Изменение параметра, %',
      cex.lab=2, cex.axis=2, mgp = c(2.7,1,0),
      panel.first=grid(lwd = '3'))
legend(x = 75, y=85, #"topleft",      #
       legend = c("продаж",
                  "затрат"),
       title = "чувствительность NPV к изменению", #
       lty = c(1, 2),      #
       col = c('magenta', 'blue'),      #
       lwd = 2, bty = "n", cex = 1.5)

## -----MONTE-CARLO-----
# равномерное распределение
# генерация S & F
aa<-632.68#
SN <- runif(10000,0.786667447,1)
hist(SN)
FN <- runif(10000,0.84,1.03)
hist(FN)
m<- length(SN)
F0<-F0*aa/sum(F0)
# Процедура Монте-карло
npvMcr <- c()
for (i in c(1:m)) {
  npvMcr[i]<-NPV(S0*SN[i],F0*FN[i])
}

```

```

}
h<-hist(npvMCR, col="purple",main = NA,xlab = "NPV",
        xlim = c(-50,200),ylim = c(0,2000),cex.lab=1.75,cex.axis=1.75)
x=npvMCR
xfit<-seq(min(x),max(x),length=40)
yfit<-dnorm(xfit,mean=mean(x),sd=sd(x))
yfit <- yfit*diff(h$mids[1:2])*length(x)
lines(xfit, yfit, col="red", lwd=2)
sd(npvMCR)
mean(npvMCR)
sd(npvMCR)/mean(npvMCR)
## Нормальное распределение
## генерация S & F
## для S генерируется нормальное распределение
s1 <- rnorm(20000,mean=0.92,sd=0.036)
SN <- s1[s1<=1]
hist(SN*100,col = "purple",main = NA,xlab = "% реализации (нормальное распределение)",
     cex.lab=1.75,cex.axis=1.75)
m <- length(SN)
## для F генерируется "зеркально-отраженное" логнормальное распределение
aa=632.68
bb=(651.85-530.7)/6
l=log(aa)
b=bb/aa
FN <- (2*exp(l)-rlnorm(m, meanlog=l, sdlog = b))/aa
hist(FN*aa,col = "purple",main = NA, xlab = "Инвестиционные затраты, млн. руб. (логнормальное р
аспределение)",
     cex.lab=1.75,cex.axis=1.75)
F1<-F0*aa/sum(F0)
## Процедура Монте-карло
npvMC <- c()
for (i in c(1:m)) {
  npvMC[i]<-NPV(S0*SN[i],F1*FN[i])
}
hist(npvMC,col = "purple",main = NA, xlab = "NPV",cex.lab=1.75,cex.axis=1.75, mgp =c(2.75,1,0))
sd(npvMC)
mean(npvMC)
sd(npvMC)/mean(npvMC)

```

Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: tarnovskaya.an@yandex.ru / ID: 5011482

Проверяющий: tarnovskaya.an@yandex.ru / ID: 5011482

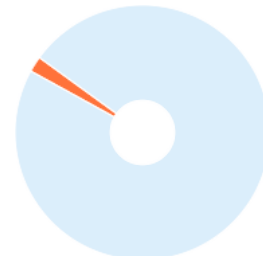
Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - users.antiplagiat.ru

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 49
Начало загрузки: 25.05.2021 16:02:17
Длительность загрузки: 00:00:03
Имя исходного файла:
2021Тарновская_ВКР.pdf
Название документа: 2021Тарновская_ВКР
Размер текста: 149 кБ
Символов в тексте: 152083
Слов в тексте: 18333
Число предложений: 941

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Начало проверки: 25.05.2021 16:02:21
Длительность проверки: 00:01:10
Комментарии: не указано
Модули поиска: Модуль поиска inet



ЗАИМСТВОВАНИЯ

1,91%

САМОЦИТИРОВАНИЯ

0%

ЦИТИРОВАНИЯ

0%

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

98,09%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.

Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.

Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Заимствования, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	0,23%	1,35%	222_141_76_0_0.600_58727119 Загрузить 3,54 Мб http://mirkin.ru	05 Дек 2020	Модуль поиска inet	3	23
[02]	1,13%	1,27%	2 Недосекин Алексей Олегович МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ ОПИСАНИЙ 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы http://dissers.ru	19 Авг 2017	Модуль поиска inet	20	22
[03]	0,55%	0,55%	Скачать электронную версию http://moluch.ru	16 Ноя 2016	Модуль поиска inet	7	7