Удалов Никита Павлович. Методика оценки риска инвестиционного проекта для различных уровней неопределенности проектной информации : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / Удалов Никита Павлович; [Место защиты: Всерос. гос. налоговая акад. М-ва финансов РФ].- Москва, 2007.- 155 с.: ил. РГБ ОД, 61 07-8/4472

**Содержание к диссертации**

Введение

Глава 1. Идентификация рисков инвестиционного проекта 11

1.1. Понятие риска инвестиционного проекта и значение его оценки при принятии инвестиционных решений 11

1.2. Классификация рисков инвестиционного проекта 18

1.3. Выводы по главе 1 30

Глава 2. Методологические аспекты оценки проектных рисков средствами теории нечетких множеств 31

2.1. Обзор существующих подходов к оценке проектных рисков 31

2.2. Инструментальные средства теории нечетких множеств, применяемые при оценке рисков инвестиционного проекта 42

2.3. Выводы по главе 2 53

Глава 3. Методика оценки риска инвестиционного проекта, описываемого качественными характеристиками 56

3.1. Постановка задачи и существующие подходы к ее решению 56

3.2. Лингвистический подход к оценке риска инвестиционного проекта .65

3.3. Выводы по главе 3 81

Глава 4. Оценка риска инвестиционного проекта, как меры неопределенности его нечетких показателей эффективности 84

4.1. Моделирование денежного потока проекта в нечеткой форме 84

4.2. Вычисление показателей эффективности в нечеткой постановке. Интегральная оценка риска проекта 94

4.3. Выводы по главе 4 106

Глава 5. Оценка риска инвестиционного проекта как возможности неблагоприятного исхода 108

5.1. Нечетко-множественный подход к оценке возможности неблагоприятного исхода инвестиционного проекта 108

5.2. Оценка риска с использованием нечетко-множественного подхода на примере реального инвестиционного проекта 118

5.3. Сравнительный анализ теории нечетких множеств и других подходов к оценке возможности неблагоприятного исхода проекта 128

5.4. Выводы по главе 5 139

Заключение 141

Список литературы 145

**Введение к работе**

Актуальность исследования. Инвестиционная деятельность в современных условиях является одним из основных факторов развития и обеспечения стабильности национальной экономики. В последние несколько лет инвестиционная ситуация в Российской Федерации заметно улучшилась, но эти позитивные изменения пока еще не приняли характер устойчивой тенденции. Осуществление инвестиций по-прежнему осложнено в силу существования ряда институциональных, отраслевых, региональных и ресурсных проблем развития экономики.

Проведенное диссертационное исследование дает нам основания утверждать, что помимо представленных общесистемных проблем, одним из ключевых факторов, препятствующих росту инвестиций, является недостаточная научная и практическая разработанность методов оценки инвестиционных проектов. Методологические сложности связаны, прежде всего, с высокой неопределенностью, нестабильностью окружающей среды, отсутствием полной и точной информации при принятии инвестиционных решений. Подобные проблемы существуют и в условиях сравнительно устойчивых экономик, но для современных российских реалий проявляются особенно остро.

Изучение различных аспектов инвестиционного анализа позволило нам сделать вывод о том, что учет неопределенности меняет подход к оценке эффективности инвестиционного проекта. При этом ключевое значение обретает оценка риска, которая становится одним из основных критериев, учитываемых при принятии инвестиционных решений. Традиционно для моделирования неопределенности используются вероятностные методы, однако их адекватность существенно снижается в случае исследования новых проектов, по которым отсутствует достаточная статистическая база. Значительная часть проектной информации имеет качественный характер, в результате чего возникают сложные, плохо формализуемые задачи, в

отношении которых возможности традиционного инструментария также ограничены.

Низкая степень адекватности моделей, т.е. несогласованность моделей с исходной информацией, существенно затрудняет принятие инвестиционных решений, приводит к принятию ошибочных решений, а в отдельных случаях к отказу от реализации инвестиционных проектов. Поэтому разработка нового инструментария, позволяющего адекватно учитывать неопределенность инвестиционных проектов в расчетах показателей эффективности, в том числе при оценке проектных рисков, имеет большое значение для развития инвестиционной деятельности.

Следует особо подчеркнуть, что в последнее время были выявлены новые типы неопределенности, и потребовались новые подходы для использования в случае невозможности либо неэффективности применения классических методов анализа. При этом одна из наиболее важных задач состоит в предоставлении средств для оперирования с нечеткой, размытой информацией; учета точек зрения экспертов и различных участников проекта путем включения в формальный анализ их субъективных представлений, мнений и суждений.

В диссертационной работе показано, что решение представленных задач при оценке проектных рисков возможно и во многих случаях эффективно при использовании инструментария теории нечетких множеств. Это обусловило использование соответствующих методов данной теории, как ключевых, при разработке методик оценки риска инвестиционного проекта.

Таким образом, высокая экономическая значимость, а также недостаточная теоретическая и практическая разработанность методов учета неопределенности и оценки риска инвестиционного проекта обусловили актуальность выбранной темы диссертационного исследования.

Основная цель работы - на основе инструментальных средств теории нечетких множеств разработать методы оценки риска инвестиционного проекта, отражающие особенности сопутствующей инвестиционному процессу неопределенности, а также определить целесообразность практического применения данных методов.

Основные задачи исследования;

1. Определение основных типов рисков инвестиционного проекта. Разработка подходов к их идентификации.
2. Систематизация существующих подходов к моделированию неопределенности и оценке рисков инвестиционного проекта. Определение областей их соприкосновения.
3. Определение типов инвестиционных проектов, в которых представленная неопределенными величинами информация адекватно описывается в терминах теории нечетких множеств.
4. Определение функционального набора нечетких конструкций для решения задач оценки рисков инвестиционного проекта.
5. Анализ существующих и разработка новых нечетких моделей и алгоритмов решения задач оценки рисков; обоснование практической возможности их применения путем анализа реальных инвестиционных проектов.
6. Выявление альтернативных подходов к оценке рисков для рассматриваемых типов проектной неопределенности; определение целесообразности практического применения нечетких моделей на основе сравнительного анализа с альтернативными подходами.

Предмет и объект исследования. Предметом исследования являются методы теории нечетких множеств, применяемые к оценке риска инвестиционного проекта. Объектом исследования выступают инвестиционные проекты на предынвестиционной стадии.

Теоретической и методической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых по экономико-математическому моделированию, проблемам выбора в условиях неопределенности, оценке эффективности инвестиционных проектов, анализу проектных рисков, теории нечетких множеств: П.Л. Виленского, В.Н. Лившица, С.А. Смоляка, С.А. Орловского, ДА. Поспелова, М.В. Грачевой, А.О. Недосекина, К. Асаи, Р. Беллмана, Д. Дюбуа, Г. Прада, Л.А. Заде, Р. Ягера и др.

Научная новизна работы заключается в том, что ней дано решение научной проблемы, имеющей большое значение в области оценки эффективности инвестиционных проектов, а именно, оценки риска инвестиционного проекта с использованием методов теории нечетких множеств. К числу наиболее существенных результатов, полученных лично автором и обладающих научной новизной, относится следующее:

1. Разработан комплексный подход к идентификации рисков инвестиционного проекта, предполагающий, с одной стороны, изучение областей возможного возникновения рисков; с другой стороны, анализ их гипотетических последствий.
2. Осуществлена систематизация подходов к моделированию неопределенности и оценке проектных рисков, и для различных типов неопределенности выделены альтернативные подходы к оценке рисков.
3. Создана новая схема оценивания риска инвестиционного проекта с использованием лингвистического подхода, которая по сравнению с другими методиками позволяет более адекватно, т.е. с меньшими потерями и искажениями информации, включить в формальный анализ нечеткие входные данные, мнения и суждения экспертов, выраженные словами и фразами естественного языка.
4. Разработаны новые модели оценки риска проекта, как степени неопределенности его нечетких результатов.
5. Усовершенствована методика оценки риска проекта, как возможности его неблагоприятного исхода, путем анализа чувствительности оценок к изменению критического уровня показателя эффективности и учета результатов такого анализа при определении итоговой, качественной, характеристики риска проекта.
6. Проведен сравнительный анализ инструментальных средств нечетко-множественного и вероятностного подходов, которые измеряют риск проекта, как возможность неблагоприятного исхода. На основе точности оценок, сложности вычислений и других критериев сделан вывод о том, что подходы обладают примерно одинаковыми возможностями для анализа проектов, неопределенность которых выражается в неоднозначности количественных значений расчетных параметров.

Практическая значимость и апробация работы. Содержащиеся в исследовании методические положения и рекомендации могут быть использованы при разработке технико-экономических обоснований, бизнес-планов инвестиционных проектов в целях обеспечения адекватного учета неопределенности, которая сопутствует осуществлению проектов, а также для получения корректной оценки проектного риска. Полученные результаты диссертационного исследования могут быть применены при осуществлении преподавательской деятельности при чтении лекций и проведении практических занятий по курсам: «Инвестиции», «Инновационный менеджмент», «Финансовый менеджмент», «Проектный анализ», «Риск менеджмент» в высших учебных заведениях.

Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались:

на 8-ой международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления - 2003», проводимой в Государственном университете управления в ноябре 2003 г.;

на 3-м международном научно-практическом семинаре «Проблемы трансформации современной российской экономики: теория и практика организации и обеспечения управления», проводимого Московским государственным университетом экономики, статистики и информатики (МЭСИ) в декабре 2004 г.

на научной конференции «Социально-экономические и правовые аспекты рыночных отношений в России», проводимой в Московском институте предпринимательства и права в феврале 2006 г.;

Разработанные методики оценки рисков инвестиционных проектов прошли апробацию на различных предприятиях и организациях, в том числе в ЗАО «ИКГ «Профконсалт», в ОАО «ТВ Центр», в ОАО «Городская информационно-справочная служба» и получили положительные отзывы.

Публикации. По теме диссертации опубликовано шесть работ, общим объемом 1,5 п/л.

Структура диссертации определяется поставленной целью и задачами исследования и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы. В основной части размещены таблицы, схемы и рисунки, связанные с текстом.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определены основная цель работы, основные задачи исследования, объект и предмет исследования. Даны характеристики научной новизны работы, ее практической значимости. Определена структура работы, которая построена следующим образом.

Первая глава работы посвящена представлению особенностей принятия инвестиционных решений в неопределенных условиях, обоснованию значимости оценки риска; формализации понятий,

используемых при оценке рисков инвестиционных проектов, структуризации рисков и разработке методики их идентификации.

Во второй главе представлена систематизация существующих подходов к оценке риска инвестиционных проектов. Выделены типы инвестиционных проектов, в которых представленная неопределенными величинами информация адекватно описывается в терминах теории нечетких множеств. Представлен математический аппарат теории нечетких множеств, необходимый для описания моделей, предлагаемых в последующих главах.

В третьей главе рассмотрены вопросы, касающиеся оценки риска инвестиционных проектов, неопределенность которых обуславливается качественным характером. Представлены новые модели и алгоритмы нечеткого оценивания риска подобных проектов.

В четвертой главе рассмотрены вопросы, касающиеся построения денежного потока проекта в нечеткой постановке; определены формулы расчета основных показателей эффективности для случая их нечеткого представления. Рассмотрены различные методики оценки риска проекта, как степени неопределенности его нечетких результатов, в том числе предложены новые, разработанные автором методики.

В пятой главе работы рассмотрены различные аспекты нечетко-множественной оценки риска, как возможности неблагоприятного исхода проекта. Проведен сравнительный анализ инструментальных средств нечетко-множественного и вероятностного подходов, которые измеряют риск проекта подобным образом, исходя из точности оценок, сложности вычислений, доступности компьютерных приложений для анализа и других критериев.

В заключении излагаются основные результаты диссертационного исследования. Список использованной литературы включает 121 наименование.

## Понятие риска инвестиционного проекта и значение его оценки при принятии инвестиционных решений

Анализ различных методов оценки проектных рисков, проводимый в настоящей работе, связан с изучением конкретного объекта инвестиционного проекта. Следует заметить, что в настоящее время не существует единого общепринятого определения термина «проект». Дословный перевод с латинского слова «projectus» означает «брошенный вперед». В Толковом словаре Вебстера [45] под проектом понимается «что-либо, что задумывается или планируется». В Словаре-справочнике инвестиции и инновации [14, с. 105] под проектом понимают «сферу деятельности, направленную на изменение какой-либо системы в соответствии с поставленными целями; в этой сфере последовательно сменяются во времени такие фазы (этапы) как концепция, разработка, осуществление (реализация) и завершение проекта». В Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов [24, с. 100] термин «проект» понимается как «комплекс действий (работ, услуг, приобретений, управленческих операций и решений), направленных на достижение сформулированной цели». Не умаляя достоинств других возможных трактовок, в дальнейшем будем рассматривать термин «проект» в соответствии с последним из перечисленных определений. Проекты, предусматривающие инвестиции, т.е. вложения в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности с целью получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта, будем называть инвестиционными проектами.

Каждый участник проекта имеет свои цели и интересы и ему важно знать, в какой мере участие в проекте находится в согласии с ними. В этой связи возникает понятие эффективности проекта, под которым имеется в виду категория, отражающая соответствие проекта целям и интересам его участников [43, с.13]. Оценка эффективности инвестиционного проекта подразумевает заблаговременную оценку последствий его реализации, которая, являясь одной из форм прогнозирования, вносит в результаты оценки элемент неопределенности.

При подготовке инвестиционных решений должно быть учтено множество разнородных элементов, параметров и взаимосвязей, характеризующих предполагаемый к осуществлению проект. В условиях научно-технического прогресса, реформирования экономики и конкурентной борьбы участников рынка эти характеристики подвергаются постоянным качественным и количественным изменениям. Принятие решения о реализации проекта осуществляется при наличии неполноты информации о будущих состояниях проектных параметров, т.е. когда истинные условия реализации проекта точно неизвестны или описаны недостаточно полно. В подобных случаях говорится, что. проект осуществляется в условиях неопределенности.

В работе [16] неопределенность понимается как неполнота и неточность информации, причем неполнота относится к объему информации, позволяющему полностью выяснить истинное значение характеристик, а неточность понимается как расхождение между истинными и полученными в ходе наблюдения данными. В широком смысле неопределенность - это синоним недостоверности, недостаточности или полного отсутствия информации при подготовке или принятии решений. Неопределенность выражается в неоднозначности протекания реальных экономических процессов, в многообразии превращения возможностей в действительность, в существовании множества (как правило, бесконечного) состояний, в которых рассматриваемый в динамике объект может находиться в будущий момент времени [15, с.13].

В дальнейшем под неопределенностью мы будем понимать неполноту или неточность информации об условиях реализации проекта [43, с.40, также в 3; 39]. Тем самым неопределенность, независимо от ее причин, мы относим к условиям реализации проекта. Противоположным к понятию неопределенности является понятие детерминированности. Проекты, информация об условиях реализации которых полна и точна, называются детерминированными.

Причины появления неопределенности в экономических процессах сводятся к следующему [15, с. 13]:

Экономические процессы отличаются возрастающей комплексностью и динамичностью, т.е. являются результатом взаимодействия большого числа разнородных элементов, которые в свою очередь подвержены различным количественным и качественным изменениям. Комплексность, взаимосвязанность и динамичность экономических процессов затрудняют адекватное отражение в сознании всех условий, параметров, характеристик и последствий изменения этих процессов.

Свойства экономических объектов, являющихся в определенном смысле социальными системами, существенно зависят от поведения действующих в них людей. Поведение людей обусловлено совокупностью многообразных объективных и субъективных факторов, результат действия которых точно не предсказуем.

В значительной мере неопределенность экономических процессов вызвана действием научно-технического прогресса, изменениями в структуре потребительского спроса, а также влиянием природно-климатических и социокультурных условий на процессы производства и воспроизводства.

Так или иначе, неопределенность обуславливает возможность отклонения условий реализации проекта от ожидаемых его разработчиками. Воздействие факторов внешней среды может повлечь за собой изменение запланированных сроков либо невыполнение некоторых из предусмотренных проектом действий; отклонение от прогнозируемых проектных результатов. Наиболее опасны такие изменения условий реализации, когда возникает опасность прекращения проекта или его значительной корректировки. Возможность таких изменений обычно трактуется как риск. По сути, риск является следствием неопределенности и обычно рассматривается как возможность неблагоприятных условий реализации проекта.

Оценив проект как эффективный, отвечающий интересам участника проекта, мы не всегда уверены, что он окажется таким, когда будет реализован, и тогда мы говорим о риске, связанном с реализацией проекта. Заметим при этом, что в отличие от неопределенности понятие риска субъективно. Действительно, одни и те же условия реализации проекта один участник может оценить как неблагоприятные, а другой - как благоприятные.

Понятие риска давно используется и математически формализовано в естественных науках, например, в теории статистических решений, теории игр и др. Однако экономика имеет существенные особенности - именно в этой области термин «риск» зачастую употребляется с тем неопределенным и двусмысленным значением, которое ему обычно сопутствует в повседневной жизни. Это обуславливает необходимость более детального рассмотрения понятия риска инвестиционного проекта.

## Обзор существующих подходов к оценке проектных рисков

Методы анализа и оценки рисков можно разделить на количественные и качественные. Главная задача качественного анализа - определить факторы риска, этапы и работы, при выполнении которых риск возникает, то есть установить потенциальные области риска. Количественный анализ риска должен определить размеры отдельных рисков и риска проекта в целом. Количественные методы, применяемые в теории рисков, целесообразно классифицировать на прямые, обратные задачи и методы анализа чувствительности [39, с.70]. Оценка риска, связанная с определением его уровня, в прямых задачах происходит на основе априори известной информации. В обратных задачах определяются ограничения на один или несколько проектных параметров с целью проверки данных ограничений на уровень приемлемого риска. Основная идея метода исследования чувствительности, необходимого в связи с неизбежной неточностью исходной информации, состоит в анализе степени изменяемости результативных, критериальных показателей риска по отношению к варьированию моделей (варьированию областей изменения тех или иных величин и т.п.). Результаты подобного исследования отражают степень достоверности результатов, полученных при риск-анализе.

Один из простейших методов анализа риска, относящийся к классу обратных задач - анализ чувствительности. В данном случае оценивается изменение показателя, характеризующего эффективность инвестиционного проекта, в ответ на изменение факторных показателей. Обычно в качестве варьируемых факторов принимаются показатели инфляции, физический объем продаж, цена и тенденции ее изменений, переменные издержки и тенденции их изменений, постоянные издержки и тенденции их изменений, требуемый объем инвестиций, стоимость привлекаемого капитала в зависимости от условий и источников его формирования.

В ходе анализа чувствительности (уязвимости) происходит последовательно-единичное изменение каждой переменной: только одна из переменных меняет свое значение на прогнозное число процентов, и на этой основе пересчитывается новая величина используемого критерия. Затем для всех факторов рассчитываются эластичности - величины, показывающие на сколько процентов изменится величина критериального показателя при единичном (один процент) изменении фактора риска [5, с.52]. Чем больше значение коэффициента эластичности, тем больше чувствительность проекта к исследуемому фактору риска.

С помощью анализа чувствительности можно определить пределы отклонения показателя эффективности проекта от своего исходного значения, в рамках которых проект остается эффективным, а также установить для каждого фактора критическую точку, выход за пределы которой может изменить решение о принятии проекта. Относительное отклонение критической точки от исходного значения дает представление о пределе безопасности для соответствующего показателя. Если с достаточной степенью уверенности можно предположить, что все факторы окажутся в пределах допустимых границ безопасности, то можно рассматривать данный проект как менее рискованный, чем тот, у которого не все факторы могут считаться безопасными. Таким образом, в результате применения метода анализа чувствительности не определяется количественное значение риска, однако создается информационная база для качественной характеристики рискованности проекта, интуитивно понятная лицу, принимающему решение.

Зачастую анализ чувствительности проводится на начальных этапах оценки рисков, так как позволяет выделить для последующего детального изучения факторы, оказывающие существенное воздействие на проект и, наоборот, отбросить несущественные параметры. Таким образом, метод анализа чувствительности обеспечивает снижение размерности пространства рисков проекта и облегчает тем самым дальнейшую работу по их оценке.

Развитие методики анализа чувствительности нашло свое отражение в методе сценариев, в рамках которого одновременному непротиворечивому изменению подвергается вся группа переменных проекта, проверяемых на риск. Важным преимуществом метода является тот факт, что отклонения параметров рассчитываются с учетом их взаимосвязей (корреляции). Анализ сценариев предполагает построение пессимистического, оптимистического и наиболее вероятного вариантов осуществления проекта; расчет новых значений критериев проекта, соответствующих каждому варианту. Эти показатели сравниваются с базисными значениями и, в итоге, формулируются необходимые рекомендации. Устойчивость проекта к действию факторов риска соблюдается, когда значения всех индикаторов находятся в своих пороговых значениях.

## Постановка задачи и существующие подходы к ее решению

Оценка рисков инвестиционного проекта, как и большинство процессов принятия решений, происходит в условиях неопределенности, неточной информации, когда цели, ограничения, условия возможных вариантов развития точно не известны. В подобных случаях традиционно используется подход, основанный на теории вероятности. Однако если неопределенность параметров обуславливается еще и их качественным характером, необходимо применение других средств. В работе [11] отмечается, что математические методы расчета ожидаемых величин в практической жизни используются редко, а руководители оперируют с понятиями вероятно, оптимистическая оценка, пессимистическая оценка, никак не выражая их математически. Райфа [38] подчеркивал, что задачи, для анализа которых необходимо учитывать огромное количество мнений и суждений экспертов, не получили достаточно полное освещение, так как в большинстве случаев исследователи предпочитают иметь дело с повторяющимися задачами, не требующими введения субъективных, неформализованных, нечетких входных данных. В настоящей работе предлагается восполнить этот пробел применением теории нечетких множеств, которая предоставляет для принятия решений гибкий подход, основываясь на возможности человека оперировать с нечеткими понятиями и органично включая человеческий интеллект в процесс принятия решений.

Необходимость использования качественных оценок обусловлена, прежде всего, тем, что не вся информация о проекте и отдельных его составляющих может быть адекватно учтена в рамках прогнозной модели денежных потоков. Инвестиции - чрезвычайно сложный процесс, подверженный влиянию множества факторов, которые не могут быть выражены только количественными величинами. В наибольшей степени это касается рисков проекта, воздействие которых на расчетные параметры иногда нельзя определить с достаточной степенью точности. В таких случаях, количественный анализ эффективности должен быть дополнен качественной оценкой рискованности проекта, что может быть реализовано, например, путем корректировки ставки дисконта на риск в зависимости от его оценки.

Использование качественных параметров может быть связано с недостатком информации, в особенности количественных характеристик, на стадии предварительного анализа либо отбора проектов. Зачастую точная количественная информация не может быть установлена, потому, что она либо недоступна, либо ее получение требует слишком больших затрат, тогда как приблизительные значения вполне подходят. Например, вместо числовых значений темпа роста могут быть использованы лингвистические термины медленный, высокий, очень высокий.

Для инновационных проектов, включающих в себя этап опытно-конструкторских работ, в рамках которого определяются основные параметры проекта и будущие стадии его жизненного цикла, прогнозирование денежных потоков и анализ на их основе, как правило, лишены всякого смысла. Специфический случай представляют собой проекты, в анализе которых финансовые факторы не имеют главенствующего значения при принятии решения об инвестировании. При этом сохраняется необходимость в адекватном инструментарии, позволяющем выделить наиболее привлекательные проекты для дальнейшей работы, исходя из оценок предполагаемого положительного эффекта и рисков проекта.

Во всех перечисленных выше случаях оценки проектных составляющих могут быть получены посредством экспертных опросов. Основное преимущество такого подхода заключается в возможности использования опыта экспертов в процессе анализа проекта и учета влияния разнообразных факторов. Методика экспертной оценки включает комплекс логических и математико-статистических методов и процедур, связанных с деятельностью эксперта по переработке необходимой для анализа и принятия решений информации. Весьма прозрачные правила для проведения экспертных опросов приведены в работе [68]:

эксперт должен иметь опыт в исследуемой области,

эксперт должен привести доказательства в пользу своего мнения,

уровень проблемы должен соответствовать уровню эксперта,

анализ точек зрения нескольких экспертов предпочтительнее, чем точка зрения одного эксперта,

структурированный перечень вопросов эксперту предпочтительнее, чем неструктурированный,

математический анализ опроса предпочтительнее, чем субъективная оценка.

Зачастую эксперт не может адекватно выразить числом характеристику проекта, но в состоянии оценить параметры по степени проявления в них того или иного свойства, что и определяет качественный характер оценок. Соответственно этому возникает задача построения методики, позволяющей проводить анализ на основе качественных характеристик. При этом наиболее важно обеспечить адекватную передачу информации от экспертов к лицу, принимающему решение. Тогда среди ключевых требований к методике и одновременно критериев ее адекватности следует указать:

соответствие формы информации на входе возможностям ее источников - экспертов;

соответствие формы информации на выходе задачам лица, принимающего решение, и его возможностям по восприятию информации. Наиболее простой и часто используемый метод анализа качественных факторов риска - балльная оценка рисков. Он описан во многих работах, например, [20; 22; 44; 46]. Метод состоит из следующих этапов:

определяются наиболее важные факторы, влияющие на результаты проекта; составляется перечень критериев (факторов) риска;

критериям присваиваются веса в зависимости от их важности;

степень риска по каждому критерию оценивается в баллах, исходя из степени отличия анализируемой характеристики проекта от ее наилучшего (безрискового) состояния;

общая оценка получается путем суммирования произведений оценок и их весов.

Для иллюстрации рассмотрим условный проект, параметры риска которого описываются качественными характеристиками. Например, политические риски, управленческие риски и т.д. не могут быть определены количественно, однако эксперт в состоянии качественно оценить степень их угрозы для проекта. Для каждого конкретного параметра (критерия риска) экспертно определяется балл - числовое значение в заранее заданном диапазоне. Как правило, совокупность значений невелика - порядка 3-5 различных оценок - для того, чтобы эксперт смог адекватно осуществить свой выбор.

## Моделирование денежного потока проекта в нечеткой форме

При анализе проектов с количественными параметрами (в смысле, определенном в Главе 2) одной из наиболее сложных задач является построение модели неопределенности денежного потока проекта. На первом шаге разрабатывается детерминированная модель денежных потоков по одному конкретному сценарию, как правило, полагаемому наиболее реалистичным. Далее осуществляется качественная идентификация факторов риска проекта. Среди выделенных параметров с помощью анализа чувствительности определяются факторы, воздействие которых на результаты проекта следует признать существенным. Теперь возникает задача определения возможности того, что тот или иной фактор примет некоторое значение при реализации проекта. Другими словами, необходимо построить модель неопределенности для каждого существенного фактора риска. На следующем шаге модели неопределенности отдельных факторов должны быть объединены в интегральную модель неопределенности денежных потоков, отражающую неопределенность реализации всего проекта. При этом следует учесть возможную зависимость между факторами, что представляет собой отдельную задачу, имеющую специфическое решение в рамках теории нечетких множеств. Таким образом, мы можем построить следующий алгоритм моделирования неопределенности денежного потока проекта:

Построение денежного потока проекта для детерминированного случая.

Определение факторов риска, изменение которых оказывает существенное воздействие на проектные результаты.

Моделирование неопределенности существенных факторов риска проекта.

Моделирование взаимозависимости факторов.

Построение интегральной модели.

Основные вопросы, связанные с построением денежного потока для детерминированного случая и анализом чувствительности, детально представлены в [3; 24, 39]. Потому остановимся более подробно на других подзадачах, для решения которых используется аппарат теории нечетких множеств.

Моделирование неопределенности факторов риска

Одним из основных требований к разрабатываемой модели неопределенности является требование адекватности отражения имеющейся информации о факторе риска. Учитывая это, прежде чем приступить к выбору типа модели следует определить, чем мы располагаем на «входе» процедуры. Существуют три основных подхода к оценке будущих параметров проекта: использование данных предшествующих периодов, учет мнения и опыта одного эксперта, учет мнений и опыта нескольких экспертов. Если прошлые данные не могут служить базой для прогноза, что характерно для многих проектов, особенно инновационного характера, используются субъективные оценки, основанные на суждениях экспертов.

Эксперту можно предложить определить множество значений, одно из которых переменная величина непременно примет в будущем; в указанном множестве, проранжировать значения по степени их возможности. Меньшее доверие вызывают точечные оценки возможности (или вероятности) для некоторого дискретного множества значений. Для такого случая и при возможности опросить большое число экспертов может быть использован следующий метод. Каждый эксперт имеет один голос; он должен однозначно отдать предпочтение одному значению (интервалу) из заранее известного диапазона значений (интервалов). Значение степени возможности, выражаемой, например, функцией принадлежности, вычисляется по формуле Xs(u)=ns/n, где п — число экспертов, участвовавших в эксперименте, ns — число экспертов, проголосовавших за значение (интервал) S.

Заметим, что практически бесполезно спрашивать эксперта о значениях параметров функции принадлежности некоторой величины. В общем случае такие оценки не будут иметь предсказательной силы. По этой причине эксперта обычно просят только проранжировать значения фактора по степени их возможности, а уже затем косвенным путем определяют параметры модели. Однако если моделирование неопределенности переменной величины осуществляется на основе ранжирования ее значений, мы получаем не конкретное распределение, а совокупность распределений, соответствующих полученной от эксперта информации. Согласно принципу Гиббса-Джейнса, среди всех возможных функций принадлежности, рекомендуется выбирать ту, которой отвечает наибольшая степень неопределенности. С другой стороны, для простоты расчетов целесообразно использовать некие стандартные функции при условии, что такие предположения незначительно повлияют на результаты исследования.

## Нечетко-множественный подход к оценке возможности неблагоприятного исхода инвестиционного проекта

Как и раньше, будем полагать, что эксперты способны предсказать с достаточной степенью точности только интервалы ожидаемого изменения значений, а также определить наиболее возможные значения внутри данных интервалов. На интервалах убывания (возрастания) возможности переменной величины изменение полагается прямолинейным. Если при определении наиболее возможного значения эксперт называет непрерывный интервал или точечное значение, модель неопределенности будет иметь форму трапеции или треугольника соответственно. Тогда в случае нечеткого подхода исходными данными для анализа рискованности проекта будут выступать нечеткие представления критериальных показателей проекта.

Оценка возможности неэффективности проекта может быть получена различными способами. Рассмотрим проект с нечетким эффектом X; G -критическое значение данного показателя эффективности. Тогда те значения х, которые оказались левее G, характеризуют неэффективные сценарии реализации проекта. Определим функцию Y=F(x) на интервале изменения значений критерия X следующим образом: F(x)=0, при x G; в противном случае F(x)=l. Учитывая свойства функционального отображения нечетких величин, значение Y=l будет иметь степень принадлежности

Данная величина, наибольшая степень принадлежности отрицательных эффектов может рассматриваться как простейшая мера риска проекта [43]. При этом необходимо отметить ограниченность такого подхода. Действительно, он присвоит одинаковую оценку риска проектам, представленным на рисунке 5.1., которые, очевидно, существенно различаются по степени рискованности.

Преодолеть подобные недостатки можно, рассматривая соотношение между эффективными и неэффективными исходами, что реализуется при вычислении показателя V&M, который был введен Недосекиным в [30].

Данный показатель используется в программной модели "МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка" консультационной группы "Воронов и Максимов" и, по утверждению разработчиков, находит широкое практическое применение.

Для определенности покажем механизм вычисления V&M на примере NPV. Аналогичные расчеты могут быть проведены для любого другого показателя эффективности проекта, что означает универсальность рассматриваемого критерия риска. Входной информацией для вычисления V&M является модель неопределенности показателя эффективности проекта и выбранный для него критический уровень, отделяющий эффективные проекты.