

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»**

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

**А.И. Афоничкин, В.М. Дуплякин,
Е.А. Афоничкина, Т.А. Мошкова, С.Б. Сыропятова**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РИСКОВ РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Монография

Издательство
Самарского научного центра Российской академии наук

Самара, 2017

УДК 336.6
ББК 65.263
А - 94

Рецензенты:

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой Экономики и кадастра АНО ВО «Самарский университет государственного управления (Международный институт рынка)» доктор экономических наук *Рамзаев В.М.*

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Финансы и кредит» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» *Курилова А.А.*

Научный редактор:

доктор экономических наук, проф. А.И. Афоничкин

доктор технических наук, проф. В.М. Дуплякин,

А–94 Моделирование и анализ рисков развития экономических систем. Монография./А.И.Афоничкин, В.М.Дуплякин, Е.А.Афоничкина, Т.А.Мошкова, С.Б.Сыропятова// Под науч.ред. д.э.н., проф. А.И.Афоничкина, д.т.н., проф. В.М.Дуплякина// Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2017. – 236 с.

ISBN 978-5-93424-809-4

Рассматривается теория и методология управления стратегическим портфелем проектов развития экономических систем корпоративного типа, исследуется взаимосвязь стратегии инвестиционного развития с инвестиционными проектами. Формируются модели управления проектами, процедуры стратегического планирования, подходы к оценке эффективности отдельных проектов и всего портфеля. Дается систематизация портфеля развития по структуре, методам управления и распределению ресурсов между проектами. Обосновывается типология моделей портфеля развития и для аддитивного портфеля строится модель и решается задача оптимизации параметров стратегического портфеля.

Работа предназначена для студентов Вузов, аспирантов, преподавателей и управленческого персонала компаний, решающих задачи управления развитием экономических систем в условиях риска и неопределенности.

ISBN 978-5-93424-809-4

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Самарского научного центра Российской академии наук*

Ил. 55 Табл. 40. Библиогр. 121 назв.

© А.И. Афоничкин, В.М. Дуплякин, Е.А. Афоничкина,
Т.А. Мошкова, С.Б. Сыропятова, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
РАЗДЕЛ 1. ТЕОРИЯ РИСКА В УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	6
ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЕМ.....	7
1.1. Экономическая система: характеристики, структура и виды.....	7
1.2. Модель развития корпоративной системы	19
ГЛАВА 2. ПОНЯТИЕ РИСКА КАК ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ. БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ	23
2.1. Понятие риска как экономической категории.....	24
2.2. Экономический риск и причины его возникновения	27
2.3. Базовые категории экономического риска	30
ГЛАВА 3. ОБЗОР ПОДХОДОВ К СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ	37
3.1. Классификация рисков экономической деятельности	37
3.2. Классификация финансовых рисков.	44
3.3. Инвестиционные риски.....	49
3.4. Банковские риски.....	59
ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ.....	64
4.1. Подходы по управлению экономическими рисками	66
4.2. Классификация методов и приёмов управления рисками	70
4.3. Управления рисками в соответствии со стандартами_риск- менеджмента	778
4.4. Управление банковскими рисками.....	95
4.5. Управление инвестиционными рисками.....	102
Интегральный риск инвестиционного проекта	127
4.5.1. Методы оценки инвестиционных рисков.....	102
4.5.2. Управление инвестиционными проектными рисками.....	113
4.5.3. Методы анализа проектных рисков.....	117
4.5.4. Обобщенная методика оценки проектного риска.....	125

РАЗДЕЛ 2. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ (МАТЕМАТИЧЕСКАЯ) ТЕОРИЯ РИСКА.....	130
ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ИМИТАЦИОННОГО АНАЛИЗА РИСКОВ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МОДЕЛИ РИСКОВ	130
5.1. Основные теоретические положения количественной теории риска.....	131
5.2. Методы качественной и количественной оценки инвестиционных проектных рисков.....	143
5.3. Риск и уровень его неопределенности	147
ГЛАВА 6. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ.....	158
6.1. Имитационное моделирование случайных величин.....	160
6.2. Статистическое имитационное моделирование рисков ситуаций	166
6.2.1. Метод Монте-Карло	166
6.2.2. Переключатели численных алгоритмов	167
6.2.3. Пример имитационного моделирования	169
6.3. Моделирование случайных векторов (векторов со случайными зависимыми параметрами)	178
6.4. Коррекция датчиков случайных чисел.....	187
6.5. Моделирование случайных многомерных векторов	194
ГЛАВА 7. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ	203
7.1. Анализ эффективности метода диверсификации рисков.....	203
7.1.1 Упрощённый анализ диверсификации рисков.....	203
7.1.2 Снижение дисперсии при диверсификации	205
7.1.3 Расширенный подход к статистическому анализу диверсификации	208
7.2. Общеметодологические вопросы диверсификации.....	210
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	220
ЛИТЕРАТУРА	222
ПРИЛОЖЕНИЕ	2311

Введение

Работа включает разделы, связанные с основными понятиями математической теории риска, которая базируется на теории вероятностей и математической статистики, включает простейшие методы расчета параметров риска, возникающие в процессе управления ЭС., строятся модели выявления факторов риска, дается методика их оценки и анализа. Также исследуются модели проектного риска, обобщенные модели риска, математическое моделирование рискованных ситуаций, статистическое оценивание параметров рискованных ситуаций. Эти компоненты содержат необходимые знания для специализированными компетенциями, способствующими формировать устойчивое управления в виде стратегии развития на долгосрочной основе для роста экономического положения ЭС при различных состояниях внешней среды, в том числе в условиях риска и неопределенности.

Категория риска представляет собой сложный процесс, выражающий снижение эффекта от реализации стратегий и программ развития экономических систем. При этом одна и та же рискованная ситуация создает множество несовпадающих, для разных ЭС, и даже противоположных по результативности экономических ситуаций. Решение задач развития предполагает учет риск-факторов в процессе управления и включает многоэтапную процедуру, включающую диагностику, измерение и оценку факторов риска, выявление возможных взаимодействий развития самих риск-факторов и формирование процедур управления, направленных на снижение или устранение риска как угрозы процессу развития.

Процедура анализа и диагностики риска включает в себя множество разнообразных методов, дающих как обобщенный качественный анализ риска, так и подробный количественный анализ риска с возможностью прогноза развития угроз для предприятия. Выделяются риск-факторы, проводится их анализ и оценка, вырабатываются адекватные математические модели рисков, возникающие в процессе управления развитием экономических систем. Проводится обобщение структуры видов риска, определяются взаимодействия между разными типами риска, дается анализ стандартов по управлению рисками, которые базируются на отечественных и зарубежных концепциях. Приводятся классические и особенные методы и критерии анализа и оценки экономических рисков, встречающихся в процессе управления развитием ЭС.

Подробно рассматриваются математические аспекты количественной теории риска и формулируются имитационные способы моделирования экономических рисков, используя методы теории вероятности и Монте-Карло.

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРИЯ РИСКА В УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Проблемы управления экономическими системами в условиях неопределенности внешней среды предполагает учет такого фактора как риски управления, которые возникают как в процессе управления и производства, так и во взаимодействиях экономических агентов. При этом сложность структуры экономических систем (ЭС) добавляет неопределенности в отношениях и обобщенном управлении объектами, ресурсами, развитием ЭС в целом.

Формирование эффективного управления ЭС в таких условиях требует учитывать эти неопределенности, измерять, оценивать, прогнозировать и идентифицировать при их наступлении и вырабатывать адекватные корректирующие механизмы управления. В этой связи, проблемы, связанные с управлением рисками и моделированием именно экономических рисков нашли отражение в научной и учебной литературе. Прежде чем исследовать процессы управления рисками, сформулируем и рассмотрим краткий обзор по данной проблематике, используя сокращённый обзор основной литературы по рискам имеющей сравнительно недавний срок опубликования. Это позволит выявить базовые категории и эволюцию отдельных подходов, а также получить более расширенные сведения по наиболее актуальным в практике, и наиболее проработанным теоретическим вопросам управления рисками в процессе развития экономических систем.

Реализация задач управления рисками требует знания *основных принципов управления рисками*, которые будут учитываться при формировании стратегии развития, учитывающей риски и неопределенность внешней среды.

Именно принципы управления в условиях рисков определяют выбор методов управления развитием и анализ риск-факторов в процессе управления.

Это может быть принцип ориентации компании на передачу всех рисков во внешнюю среду, или принципы удержания всех или большей части рисков на уровне собственного предприятия. В реальной практике экономического развития следует придерживаться стратегии с компромиссными принципами управления рисками.

Сформулированные принципы управления рисками должны быть обеспечены соответствующими ресурсами и механизмами, что способствует эффективному развитию экономической системы.

Соблюдение еще одного принципа управления рисками - *согласование работы предприятия с требованиями внешней среды* предполагает соблюдение законодательных и нормативных актов, отражающих методы

макро - и микроэкономического регулирования, которые в свою очередь, представляют целую группу самостоятельных принципов.

Еще один принцип представляет собой требование о необходимости учета в процессе управления рисковыми ситуациями внутренней экономической потенциал экономической системы, представляющий систему ресурсов развития и возможности их использования с максимальной эффективностью. Эти характеристики определяют множество внутренних возможностей экономической системы для эффективного управления в условиях риска и неопределенности.

Для анализа внутренних возможностей по экономическому развитию предприятия, необходимо четко знать ресурсные возможности и существующие правила поведения в рискованных ситуациях. Именно знание особенностей экономической системы делает возможным эффективное развитие в условиях значительных изменений внешней среды, приводящих к генерации рискованных ситуаций на предприятии.

Именно с анализа особенностей экономических систем в процессе управления развитием далее и начнем.

Сама работа состоит из 7 глав, разбитых на два раздела. В 1 разделе исследуются теоретические аспекты качественной теории риска и дается дефиниция базовых категорий теории риска. Во втором разделе приводятся основы математической теории риска и делается упор на математическом моделировании рискованных ситуаций в процессе развития экономических систем с использованием метода Монте-Карло.

ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЕМ

1.1. Экономическая система: характеристики, структура и виды

Рассматривая экономики стран, можно видеть, что в развитии экономики участвуют различные типы экономических систем, осуществляющие хозяйственные операции. Такие системы характеризуется значительными размерами (количеству участников), сложностью производственной и управленческой структуры, особенностей в поведении участников, большим количеством взаимосвязей и пр.

Так в работах [34,52,71,108] экономическая система определяется как некое искусственное образование, обладающее структурой и организацией, т.е. упорядоченное множество взаимосвязанных элементов, которые зависимы в рамках этой системы и не могут существовать вне системы. Устойчивое существование такой системы определяется факторами и динамикой внешней среды.

В работе [34] дается следующее определение: система является экономической, если она предназначена для переработки вещества, энергии, информации и знаний в потребительские стоимости или обеспечивает их распределение, обмен и потребление. Целью подавляющего числа экономических систем в рыночных условиях является максимизация стоимости и получение прибыли.

Экономическую систему можно отнести к классу систем с адаптивным управлением, с сетевой или иерархической структурой, элементы которой обладают определенной самостоятельностью, взаимодействиями и возможностью к саморегулированию.

Обобщая подходы к определению экономических систем, будем понимать под экономической системой следующее определение [4,6,78].

Определение 1.1. Под экономической системой будем понимать отраслевую, пространственную, функциональную или смешанную сложную хозяйственную систему, в которой достигаются экономические цели, а экономические функции, связанные с производством, обменом, распределением и потреблением материальных благ, являются приоритетными для ее развития.

В литературе различают несколько групп экономических систем:

- системы макроэкономического уровня (макроуровень);
- региональные системы; (мезоуровень)
- системы микроуровня (микроуровень).

К системам макроэкономического уровня относят финансовую, денежно-кредитную, банковскую, бюджетную, налоговую, пенсионную и другие системы, которые, с одной стороны задают параметры общественного развития страны, а с другой – генерируют требования устойчивого и сбалансированного развития систем.

К региональным социально-экономическим системам обычно относят регионы, которые выступают как относительно обособленные и автономные структуры национальной экономической системы со свойственной каждому из них - структурой экономики, уровнем обеспечения социальными объектами, инфраструктурой, природно-климатическими и ресурсными особенностями, наличием трудовых ресурсов и их составом, экологическим состоянием и другими особенностями, а также пространственно-распределенные системы.

В составе региональных экономических систем выделяются территориальные экономические саморегулируемые системы в форме муниципалитетов, особых экономических зон, бизнес-территорий. Функциональными саморегулируемыми региональными системами могут выступать промышленность в целом и по отраслям. К смешанным региональным саморегулируемым и саморазвивающимся системам относятся

территориально-производственные комплексы, кластеры различной типологии.

К системам микроуровня относят организации (предприятия, фирмы, компании) различных форм собственности, размеров и форм управления.

Применив данную группировку к экономическим системам, можно обобщить классификацию экономических систем по следующим направлениям:

–экономические системы макроуровня – представлены национальными экономическими системами, мировыми и международными экономическими системами (например, ЕС, ВТО);

–экономические системы мезоуровня – представлены региональными экономическими системами, в том числе особыми экономическими зонами, территориально-производственными комплексами, кластерами, а также отраслями народного хозяйства, а также пространственными системами (кластерами и кластерными системами);

–экономические системы микроуровня – представлены организациями различных организационно-правовых форм собственности и их объединениями.

В другой классификации, экономические системы группируются по следующим признакам:

- пространственно-временной;
- эволюционно-интеллектуальной.

В основу пространственно-временной классификации положен многомерный подход Кляйнера Г.Б., позволяющий позиционировать экономическую систему в пространстве и во времени, выделяя следующие классы систем:

– проектные экономические системы (ограничены во времени и в пространстве и ассоциируются с разовыми мероприятиями);

– объектные экономические системы (ограничены в пространстве, но не ограничены во времени), имеют возможности адаптироваться к изменению внешней среды;

– процессные экономические системы (не имеют пространственных ограничений, но ограничены по времени функционирования);

– средовые экономические системы (не ограничены ни в пространстве, ни во времени) для создания условий по обмену ресурсами, продукцией, информацией и знаниями (рынки).

В рамках нашей работы мы будем рассматривать сложные экономические системы микро - и мезоуровня, представленные корпорациями, промышленными комплексами, ТНК и кластерами, а также и другими структурно-сложными предприятиями.

С позиций системного анализа, *экономическая система* (ЭС) представляет собой большую, сложную, вероятностно определенную динамическую систему с управлением, взаимодействующую с элементами внешней среды. Организационная структура ЭС включает *активные элементы*, взаимодействующие в процессе операционной и стратегической деятельности, как с другими системными элементами, так и с элементами внешней среды. Целью развития такой системы является долговременное устойчивое и сбалансированное развитие ЭС по всем её участникам (активным элементам) и направлениям деятельности (бизнес-процессам). Система также является самоорганизующейся на всех этапах жизненного цикла процесса развития системы.

Элементный состав ЭС также может быть разделен на некоторые группы однородные группы. Так, в работе [95] выделяют такие системные элементы:

- социальная структура, имеющая два аспекта: формальный – система предписанных людям ролей; неформальный – фактическое исполнение ролей;

- цели, на основе которых формируется организация;

- активные элементы (члены или участники ЭС), занимающие определенные позиции и выполняющие в ней формальные и неформальные роли;

- система норм, правил деятельности, взаимоотношений, распорядка, обеспечивающая стандарты и регуляторы порядка в организации;

- технология или работа, на выполнение которой сориентирована организация;

- управляющая подсистема, координирующая деятельность членов организации, осуществляющая управление ею.

В других работах дополнительно выделяют следующие взаимосвязанные элементы организации: цели и задачи; миссия, система мероприятий и работ по достижению целей; интеграция работ в подразделениях, которые образуют иерархическую структуру; мотивация и поведение членов организации; финансовые, материальные, информационные и иные ресурсы; технология, система управления, взаимосогласованная система отношений между всеми элементами ЭС.

Цели ЭС обычно представляют собой конкретное состояние системы, описываемое с помощью характеристик, достижение которых является желательным. Цели являются инструментом управления и критериями принятия и оценки эффективности управления развитием ЭС.

Цели должны полностью или частично соответствовать интересам всех участников ЭС. Обычно, цели группируют по функциональным признакам, например: - финансовые; - производственные; - потребительские; - организационные; - инновационные; - инвестиционные, - рыночные и пр. В

соответствии с иерархией уровней управления определяют и иерархию целей в виде декомпозиции целей, формируя дерево целей ЭС.

Рассматривая организационную структуру, следует отметить, что типология структур ЭС весьма значительна, однако необходимо выделить типологию разнообразных элементов структуры и взаимосвязей между ними.

Определим, что организационная структура включает следующие элементы:

- взаимоотношения по уровням управления;
- функциональные области в рамках которых проводится управление развитием ЭС;
- совокупность устойчивых, системообразующих связей и отношений, обеспечивающих стабильность, равновесие и устойчивость системы;
- взаимодействия между элементами структуры по функциональным областям деятельности;
- система регламентов и правил, реализующая управление, разделение и интеграцию деятельности.

При этом в организационной структуре выделяют структуру управления и производственную структуру. Производственная структура представляет собой совокупность производственных подразделений организации с системой взаимосвязей. Структура управления представляет собой совокупность соединенных между собой элементов ЭС, выполняющих функции организации деятельности, т.е. управления и координации процессов в структуре ЭС для достижения системных целей.

Еще одним важным элементом деятельности ЭС являются ресурсы оперирования и развития. Ресурсы – наличные или потенциально необходимые средства, возможности, запасы, обеспечивающие операционную деятельность и развитие системы. Ресурсы могут быть материальными, энергетическими, финансовыми, трудовыми, информационными, технологическими и др.

С понятием «ресурсы» тесно связано понятие «экономический потенциал» организации, который представляет собой потенциальные возможности экономического развития ЭС и под которым понимают совокупность ресурсов развития организации и возможностей по их трансформации в потребительские ценности, а также эффективное управление ими для обеспечения устойчивого развития и достижения общесистемных целей [3,6].

Экономический потенциал развития выступает основой и генератором развития, а также критерием эффективности управления процессом развития. В качестве структурных компонентов экономического потенциала можно выделить следующие виды потенциала развития:

- трудовой потенциал (способностей работников достигать в заданных условиях положительные результаты деятельности);
- производственный потенциал (совокупность средств и предметов труда, технологий, с помощью которых проводится трансформация ресурсов в ценности);
- финансово-инвестиционный потенциал (совокупность финансовых и инвестиционных ресурсов и возможностей их трансформации для обеспечения системных целей развития);
- инновационный потенциал (возможности по созданию и освоению новых техники, технологий, ценностей, методов управления);
- информационный потенциал (совокупность информации, средств, технологий для обеспечения эффективного управления процессом развития);
- организационно-управленческий потенциал (совокупность организационных факторов в виде организационной структуры, принципов и методов управления, компетенций менеджмента для обеспечения процесса развития);
- маркетинговый потенциал (совокупность ценностей, технологий коммуникаций для обеспечения конкурентных преимуществ на рынке).

Все составляющие экономического потенциала развития взаимосвязаны между собой и отражают приоритетные направления развития экономической системы. И стратегии развития должны быть адекватными видам потенциала развития и направлены на их формирование и сбалансированное увеличение. Эффективное использование экономического потенциала в процессе развития зависит от состояния каждого из его компонентов, уровня и их согласованного взаимодействия.

Технологии – это инструментарий преобразования ресурсов в результаты. Технологии составляют основу операционных процессов, протекающих в организации, с помощью которых и производятся потребительские ценности в ЭС и делятся на производственные, торговые, образовательные, консультационные, управленческие и т.д.

Результаты – это продукты деятельности или потребительские ценности вырабатываемые ЭС. Они могут быть материальными (товары и услуги), трудовыми (занятость), финансовыми, инновационными, информационными и др., также могут быть положительными или отрицательными.

Менеджмент (персонал управления) является движущей силой процесса развития, используя технологии управления и организационную структуру для эффективного развития ЭС.

Все приведенные компоненты используются в процессе управления развитием ЭС.

Процесс развития ЭС во многом зависит также и от внешней среды, в структуру которой обычно включают: макросреду (факторы страны в целом и

региона); конкурентную среду, компонентами которой являются покупатели, поставщики, конкуренты, товары.

Возмущающие воздействия внешней среды на развитие ЭС могут быть:

- положительными (увеличивающие доход и/или уменьшающие расход ресурсов);
- нейтральными (не изменяющие состояние ЭС);
- негативные (уменьшающие доходность и/или увеличивающие затраты ресурсов).

Кроме отрицательных (энтропийных) моментов в развитии, внешняя среда формирует цели и стимулы развития и обеспечивает частичное формирование синергии.

Рассматривая экономические системы как объект управления, необходимо выделить его характеристики, т.е. определить ряд отличительных свойств таких систем.

В литературе по систематизации и анализу свойств ЭС, отмечают [22] наличие у ЭС фундаментальных (целостность, коммуникативность, эмерджентность и др.) и специфических характеристик (иерархичность, многомерность, множественность, эквивиальность, контринтуитивность и пр.).

Важной особенностью ЭС является то, что их организационную и производственную структуру составляют активные элементы (субъекты структуры ЭС), осуществляющие целенаправленную системную деятельность в рамках целей и интересов ЭС, но учитывающие также и собственные интересы в системной деятельности. В этой связи, такие ЭС дополняют следующими особенными свойствами:

- многоэлементность
- разнообразие типологии взаимосвязей между участниками;
- сложный состав структуры;
- разные интересы (иногда противоречивых) у элементов структуры ЭС, учитывающих также гарантии собственной полезности;
- получение максимальной синергии только при маргинальных условиях взаимодействия элементов системы;
- уязвимость элементов системы к внешним дестабилизирующим воздействиям;
- уникальность экономической системы (нельзя найти две одинаковые экономические системы);
- возможность адаптации, т.е. приспособление политики развития к изменившимся внешним факторам среды;
- нелинейный характер взаимодействия элементов системы, характеризующийся положительной обратной связью;

- пороговый характер процессов развития, при котором ценность нарастает по S -образной кривой (отдача возникает в том случае, когда усилия превысят определенный порог);

- инерционность поведения элементов ЭС, т.е. запаздывание отклика при изменении внешних условий;

- возможная рефлексия элементов ЭС в рамках стратегий развития, а также вариативность развития.

Важным системообразующим свойством является закон синергии, который означает, что возможно формирование факторов, которые генерируют дополнительный эффект в процессе развития. Такой процесс существенного увеличения или ослабления уровня потенциала системы носит название синергии.

Другим важным условием является *закон самосохранения*, который определяет возможности по обеспечению равновесного состояния системы, выделяя понятия статического и динамического равновесия. Статическое равновесие характеризует неизменность структуры системы во времени. Если же структура изменяется, и требуется дополнительные импульсы управления для восстановления устойчивости в каждый момент времени динамики системы, то говорят о динамическом равновесии. Именно динамическое равновесие обеспечивает устойчивость системы в процессе развития.

Среди структур сложных экономических систем, наибольший интерес в практике хозяйственной деятельности вызывает экономические системы, которые определяются как корпоративные экономические системы (КЭС), которые отличаются спецификой экономических отношений между участниками и в большей степени распространены в реальной экономике. поэтому подробнее остановимся на данном виде ЭС.

Категория «корпорация», «корпоративная система» часто используются как для обозначения объединений хозяйствующих субъектов, так и для характеристики типа ЭС.

В экономической литературе, для дефиниции понятие «корпорация» не как юридического лица, а как группы компаний, используют термин «корпоративная структура (система)» (КЭС), которая является одним из видов интегрированных экономических систем отличающихся спецификой экономических отношений между участниками и в большей степени распространены в реальной экономике. Корпоративная структура представляет собой объединение экономически и технологически взаимосвязанных организаций отраслевого типа, создаваемое для повышения эффективности производства и увеличение доходности участников.

Также для обозначения таких корпоративных объединений используются термины «метакорпорация», «интегрированная бизнес-группа».

В работе [19] выделяются следующие характеристики бизнес-группы:

- юридически самостоятельная организационная форма, предполагающая наличие совместной (долевой) собственности;
- сосредоточение управленческих функций в специализированном централизованном органе;
- ограниченная ответственность членов объединения по результатам инвестиционно-финансовой деятельности;
- объектом налогообложения является совместная прибыль, аккумулируемая органом управления;
- наличие разнообразных организационных типов управления в рамках одной организационной структуры.

Обобщенную схему бизнес-структуры производственной КЭС можно представить в виде совокупности корпоративных участников (активных элементов, стратегических единиц (СЕ)), которые выполняют требуемые хозяйственные операции. Участников с самоорганизацией еще иногда называют стратегическими хозяйственными центрами (СХЦ) так как они организуют процесс управления и собственного развития. Для ЭС корпоративного типа, каждый СХЦ (СЕ) оперирует в рамках некоторой территориальной стратегической зоны интересов КЭС, которую обычно именуют как стратегическая зона хозяйствования (СЗХ). Возможны следующие типы взаимосвязей СЕ и СЗХ:

- одна СЕ взаимодействует с одной же СЗХ, т.е. организуются точечные взаимодействия типа $CE \rightarrow CZX$.

- точечно-множественные взаимодействия, например, такого типа $CZX \rightarrow (CE_1, CE_2, \dots, CE_n)$;

- точечно-множественные взаимодействия типа $CE \rightarrow (CZX_1, CZX_2, \dots, CZX_m)$;

- множественно-множественные взаимодействия типа $(CZX_1, CZX_2, \dots, CZX_m) \rightarrow (CE_1, CE_2, \dots, CE_n)$.

В работах [4,6,8,48] корпоративные системы рассматриваются как обобщенная форма организации предпринимательской деятельности, состоящая из нескольких участников, предусматривающая долевую собственность, юридический статус и сосредоточение функций управления в руках верхнего эшелона профессиональных управляющих (менеджеров), работающих по найму. При этом необходимо исследовать характеристики КЭС, их взаимодействия, степень согласования и особенности управления ими. На основании этих характеристик можно обобщить структуру корпоративной экономической системы в виде определенной бизнес-структуры (рис.1.1).

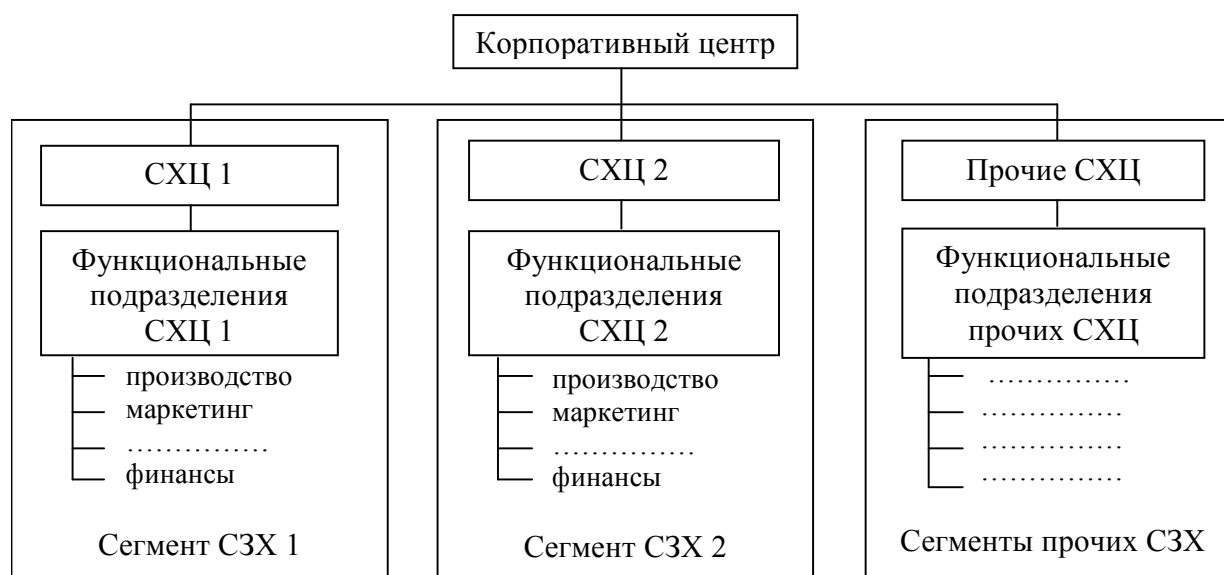


Рисунок 1.1. Обобщенная бизнес-структура промышленной КЭС

Описывая особенности КЭС, можно выделить следующие основные характеристики экономических систем корпоративного типа: – сложный состав, разнокачественных, функционально, технологически и финансово взаимосвязанных; – наличие общей структуры; – сложность организационно-экономической и организационно-правовой форм; – многомерность и мультипространственность системы; – интеграция различных ресурсов; – крупные масштабы деятельности; – наличие совместной (долевой) собственности; – наличие экономической (имущественной) и/или организационной зависимости участников; – сосредоточение функций управления развитием в специализированном централизованном органе и централизация отдельных функций; – участие собственников в управлении группой компаний; – осуществление совместной, согласованной деятельности; – необходимость согласования и координации отношений участников для совместной реализации их целей и интересов; – необходимость подчинения частных интересов участников стратегическим целям; – стремление к единой цели развития для достижения интересов системы; – достижение синергетического эффекта, как следствие согласованного управления в работах.

С нашей точки зрения, необходимо обобщить рассмотренные характеристики КЭС, дополнив их следующим:

- различие в уровне экономического потенциала входящих в ЭС хозяйствующих субъектов (участников);

- наличие собственных, отличных от общесистемных, целей и интересов хозяйствующих субъектов, которые необходимо учитывать в процессе управления ЭС.

Таким образом, можно выделить следующие характерные признаки КЭС:

- производственная сложность (интеграция разных хозяйствующих субъектов (участников), отличающихся по отраслевому и функциональному признакам);
- организационно-управленческая сложность (объединение в рамках КЭС функционально, технологически и финансово взаимосвязанных хозяйствующих субъектов, взаимодействующих в рамках различных организационно-экономических и организационно-правовых форм);
- консолидация различных видов ресурсов (сырьевых, материальных, финансовых, интеллектуальных, информационных, трудовых и прочих);
- наличие *экономической (имущественной) и/или организационной зависимости участников КЭС;*
- различный уровень экономического потенциала участников КЭС;
- наличие собственных целей и интересов участников КЭС;
- целостность и неразрывность экономических интересов и целей элементов КЭС;
- наличие координирующего центра (с определенной степенью централизации тех или иных функций управления);
- необходимость согласования деятельности участников между собой и координационным центром для достижения единой цели развития;
- формирование синергетического эффекта в результате взаимодействий участников КЭС.

Типология видов корпоративных систем приведена в табл.1.1, в которой определены виды ЭС корпоративного типа в зависимости от типологии взаимодействий {СЕ → СЗХ}.

Таблица 1.1. Характеристика организационных форм КЭС ([18])

Характеристики КЭС	Концерн	Трест	Конгломерат	Холдинг	ФПГ	ТНК
Акционерная форма контроля (участие в капитале)	+	+	+	+	+	+
Специальные соглашения между участниками	-	-	-	-	+/-	+/-
Сохранение хозяйственной самостоятельности участников	-	-	+	-	-	-
Сохранение юридической самостоятельности участников	+/-	-	+/-	+	+	+
Консолидация потенциала:						
- производственного	+	+	-	+	+	+

- сбытового	+	+	-	+	+	+
- финансового	+	+	+	+	+	+
- кадрового	+	+	-	+	+	+
- управленческого (координация деятельности)	+	+	+	+	+	+
Отраслевая диверсификация	+	-	+	+	+	+

Знаки «+» / «-» - характеризуют наличие или отсутствие характеристики в рамках данной организационной формы ЭС.

В России широкое распространение получили холдинговые структуры, где под холдингом понимается форма предпринимательского объединения, представляющая собой группу организаций (участников), основанную на отношениях экономического контроля, участники которой, сохраняя формальную юридическую самостоятельность, в своей предпринимательской деятельности, подчиняются одному их участников группы – холдинговой компании (головной организации холдинга). Сама же холдинговая компания, являясь центром холдинга (холдингового объединения), в силу владения преобладающей долей участия (в уставном капитале, по договорам или иным обязательствам) оказывает влияние на управление холдингом.

Специфика управления экономическими системами заключается в том, что они состоят из множества взаимосвязанных элементов (стратегических единиц, корпоративных участников), которые являются объектом управления. Сами элементы системы представляют собой совокупность производственных, коммерческих, сервисных, финансово-экономических и иных объектов. К базовым задачам управления КЭС относятся задачи: - координации всех управленческих процессов корпоративных элементов структуры, - формирования согласованных, устойчивых и сбалансированных механизмов инвестиционного развития экономической системы. Причем каждый элемент в структуре экономической системы может выполнять разные роли и задачи в процессе управляемого развития инвестиционной деятельности, в соответствии с функциональными компетенциями и уровнем существующего потенциала развития. Базовым инструментом управления развитием является инвестиционная стратегия, которая переводит инвестиционное состояние экономической системы из текущего уровня в целевое. Следовательно, стратегия экономического инвестиционного развития является инструментом управления инвестиционной деятельностью, как отдельного элемента корпоративной системы, так и всей системы в целом и определяет иерархию приоритетных целей и задач, и оптимальные пути их достижения.

Обобщенный процесс управления всей ЭС в целом и каждого участника можно представить в виде отдельных этапов [3,4,8], показанных в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Обобщенные этапы управления КЭС

Этапы управления	Мероприятия
Формирование целей развития	- Выработка генеральной цели развития ЭС, - Составление дерева целей развития ЭС, - Согласование целей по участникам ЭС
Планирование	- Разработка политики и стратегии развития, - Формирование бизнес-плана ЭС, - Формирование планов развития корпоративных участников ЭС, - Формирование финансовых планов по ЭС и каждому участнику, - Разработка бюджетов развития участников и ЭС в целом, - Разработка текущих планов и бюджетов развития по каждому участнику и процессной операции
Регулирование	- Оперативное планирование, - Бюджетное управление, - Реализация бюджетов развития
Контроль процессов развития	- Мониторинг за результативными и целевыми показателями развития, - Анализ результатов на соответствие нормативным требованиям,
	- Контроль продолжения процесса или выход на формирование иных целей развития.

Сама процедура управления ЭС требует учета её особенностей в структуре и поведении, для чего обычно строят модель такой структурно-сложной ЭС, которую, в обобщенном виде, рассмотрим далее.

1.2. Модель развития корпоративной системы

Для дальнейшего анализа и исследования структуры системы и формирования стратегии развития, построим обобщенную модель экономической системы. Определим, что модель КЭС описывается следующими параметрами:

- вектором исходных переменных X , $X = \{x^1, x^2, \dots, x^k\}$, которые задают исходное состояние ЭС (S^0),

- вектором целевых состояний Y , $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, которые характеризуют уровень общего экономического положения (состояния) КЭС в целом.

Будем рассматривать модель организации и функционирования сложноорганизованной экономической системы в виде зависимости вектора

выходных показателей Y от вектора входных показателей X , $X = (x^1, x^2, \dots, x^k)$ в виде следующей функциональной зависимости

$$Y = F(X), S^0 = X^{(0)} = (x^{(1)}, \dots, x^{(k)}) \in X = R^k, Y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in Y = R^k. \quad (1.1)$$

Такая модель строится по выборке входных и выходных параметров, мощностью

$$N. (y_t, x_t) = (y_{t-1}, x_t^{(1)}, \dots, x_t^{(k)}) \in \tilde{X} = R^k, \quad t = 1, \dots, N. \quad (1.2)$$

На основании данных моделей, получаем следующую зависимость для идентификации динамической модели общего вида

$$\{Y\}(t) = F[X(t), X(t-1), X(t-2), \dots, X(t-m)], \quad (1.3)$$

которая определяет динамику управления ЭС и задает её траекторию развития за m временных периодов.

Для оценки качества такой модели можно использовать стандартный критерий идентификации (ε), в виде среднеквадратичного отклонения вектора выходных параметров Y от функции зависимости $F(X)$:

$$\varepsilon = \int_X [y - \tilde{F}(x)]^2 p(x) dx$$

где $p(x)$ – функция плотности распределения вероятности входных переменных.

Таким образом, модель (1.3) отражает траекторию развития КЭС и характеризует динамику роста по входным показателям. Траектория развития, получаемая в процессе управления, предполагает последовательно сменяющие друг друга состояния ЭС:

$$(S^0 \rightarrow S^1 \rightarrow S^2 \rightarrow \dots \rightarrow S^N).$$

А каждое описание состояния КЭС (S^j) определяется соответствующим вектором входных (на конкретный период времени) параметров,

$$(\{X_{t=1}\}, \{X_{t=2}\}, \dots, \{X_{t=N}\}),$$

описывающие достигнутый целевой уровень развития ЭС в момент времени t , $t: (S(X_t))$. Состояния $\{S(X_t)\}$ представляют собой плановые горизонты развития по временным периодам и отражают ключевые точки динамики КЭС в период t .

При этом, статическое состояние $S(X_t)$ фиксировано и считается измеримым и известным. Достижение целевого состояния ($S(X_{t=N})$) в момент $t=N$ обеспечивает выбранная и адекватная целям системного роста, стратегия развития (S_D), которая имеет вариации своей структурной композиции для различных альтернатив развития внешней среды.

$$S_D: (S_D(X_1)) \rightarrow (S_D(X_t)).$$

Динамика развития ЭС может быть описана уравнением типа:

$$X_i(t) = \{\gamma_i(X_{i-1}(t), U_i(t)); X_i(t) = [S_{D_i} - X_i(t)]; I(t \geq t_i)\}, \quad (1.4)$$

где $I(\cdot)$ – функция-индикатор, $t \in [0; T]$,

$U_i(\cdot)$ – управление (инвестиционными ресурсами КЭС),

$S_1 \leq S_2 \leq \dots \leq S_n$ – известные предельные уровни описания состояния экономического развития ЭС, задающие уровни между соседними (по времени) интервалами времени.

Если обозначить $\Delta = S_t - S_{t-1}$ – как уровень, на который отличается состояние ЭС в момент времени t от состояния в момент $(t - 1)$,

$$t_1 = 0 \leq t_2 \leq t_3 \leq \dots \leq t_n \leq T.$$

Учитывая, что

$$S_t - S_{t-1} = \Delta, S_t = S_{t-1} + \Delta,$$

то уровень целевого состояния развития ЭС должно определяться как

$$Q^T = Q_0 + \sum_i \sum_j \Delta Q_{ij}, \quad i = 1 \dots T - 1, \quad j = i + 1$$

Зададим начальные и конечные условия динамики КЭС:

$$x_1(0) = x_0 \leq 0, x_i(t) = 0, t \in (t_i + 1, T], i \in \{1, 2, \dots, n - 1\},$$

$$x_i(t_i) = \max [x_0, x_{i-1}(t_i) - q_i], i \in N. \quad (1.5)$$

Содержательно (1.5) означает следующее

- моменты времени $\{t_i\}_{i \in N}$ соответствуют переходу на новый уровень экономического состояния КЭС в процессе управления стратегическим развитием.

- величины $\{q_i\}_{i \in N}$ – потери ЭС, связанные с переходом в новое состояние,
 - $u_i(\cdot) \geq 0$ – динамика ресурсов, вкладываемых в развитие, $i \in N$.

Динамика i -ого функционального направления роста обычно описывается обобщенным логистическим уравнением (1.4), где темп роста задается функциями $\gamma_i(x_i(t_i))$, $u_i(t)$, зависящих от уже достигнутого на предыдущем этапе уровня $x_i(t_i)$ развития и количества вложенных ресурсов $u_i(\cdot)$.

Траектория $x(t) = x_i(t)$, $t \in [t_i; t_{i+1}]$, характеризует уровень развития КЭС.

Определим достигнутый к концу планового горизонта T уровень развития $X(T)$ экономической системы (КЭС) в виде функции:

$$X(T) = \max_{i \in N} \{X_i(T)\}. \quad (1.6)$$

Выражение (1.6) позволяет определить наилучший возможный уровень развития по функциональному направлению траектории развития КЭС. Для получения оптимальной траектории, необходимо оценивать векторы входных и выходных параметров для каждого бизнес-направления, включаемого в операционную структуру КЭС. Рассмотрим постановку задачи получения наилучшей корпоративной политики развития при росте параметров по нескольким направлениям развития.

Определим оптимизационную задачу нахождения параметров инвестиционной политики.

Пусть заданы:

- функция «дохода» $H(X(T))$, отражающая доход, получаемый в конце планового периода (зависящий от достигнутого уровня $X(T)$ развития),

- функционал «дохода»,

$$F(x(\cdot)) = \int_0^T f(x(t)) dt$$

отражающий доход, получаемый в процессе управления развитием КЭС через реализацию политики развития;

- функция затрат,

$$C(u(\cdot)) = \int_0^T \sum_{i \in N} u_i(t) e^{-\delta_i(t)t} dt$$

где $\forall t \in (0; T)$, $\delta_i(t) \in (0; T)$ – это коэффициенты дисконтирования ресурсов на каждый период времени t ;

$u(\cdot) = (u_1(\cdot), u_2(\cdot), \dots, u_n(\cdot))$ – вектор динамики ресурсов, который отражает **политику стратегического развития**, для каждого состояния динамики развития экономической системы, S^j .

В функционале затрат множитель вида $e^{-d(t)t}$ означает, что в стационарных промежутках между моментами сдвигов действует закон убывающей производительности капитала (закон тенденции средней нормы прибыли к понижению во времени).

Наложим следующие *ограничения*:

$$u_i(t_i) \geq c_i, u_i(t) = 0, t \notin [t_i; t_i+1), i \in N, \quad (1.7)$$

где константы $\{c_i \geq 0\}$ могут интерпретироваться как инвестиции в развитие КЭС.

Критерий эффективности можно записать в виде разности между доходом и затратами, тогда оптимизационная задача примет вид: максимизировать критерий эффективности через последовательность $\{S^j\}$ изменений состояния ЭС и вектор $u(\cdot)$ динамики ресурсов, то есть:

$$[H(X(T)) + F(x(\cdot)) - C(u(\cdot))] \rightarrow \max, \quad (1.8)$$

$\{S^j\}, u(\cdot)$

при условии, что динамика роста (развития) описывается системой уравнений (1.4) с начальными условиями (1.5), а ресурсы удовлетворяют ограничению (1.7).

Введем следующее предположение:

- функции $\gamma_i(x_{i-1}, u_i)$ не убывают по переменным, $\gamma_i(x_{i-1}, 0) = 0, i \in N$;
- функция $H(\cdot)$ также является неубывающей.

Эти предположения определяют, что достигаемые ценности на каждом уровне состояния траектории развития КЭС накапливаются.

Если $u_i(t) = u_i$ при $t \in [t_i; t_{i+1})$, $i \in N$, то для (1.4) получим набор логистических кривых по функциональным направлениям развития, связанных соотношением (1.5):

$$X_i(t, u_i) = \frac{x_i(t_i) S^j I(t \in [t_i; t_{i+1}])}{x_i(t, u_i) + (S^j - x_i(t_i)) e^{-\gamma_i(T_i, x_{i-1}(t_i), u_i)t}}, \quad t \geq t_{i+1}, i \in N. \quad (1.9)$$

Задачу (1.9) можно определить как аддитивную, так как в ней критерий эффективности накапливается в зависимости от значений функционалов терминального значения траектории и всей траектории. Таким образом, данная задача относится к классу задач оптимального управления, для решения которой могут быть использованы методы динамического программирования.

Решение задачи (1.8), при некоторых условиях и ограничениях, может быть получено численно, что позволяет,

- находить оптимальную политику развития КЭС;
- формировать и оценивать различные типы стратегий развития по параметрам портфельной и проектной эффективности.

Опуская некоторые параметры, можно получать более простые модели, для которых вводят содержательно интерпретируемые предположения, что позволяет получать аналитические решения.

Тем самым, можно видеть, что модель развития такой сложной системы зависит от множества параметров, которые могут изменяться в процессе развития, приводя систему к незапланированным результатам. Такие изменения во внешней и внутренней среде характеризуются как риски управления развитием экономических систем.

В этой связи необходимо более подробно исследовать влияние рисков на эффективность экономического развития сложных систем.

ГЛАВА 2. ПОНЯТИЕ РИСКА КАК ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ. БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

На сегодняшний день нет однозначного понимания сущности риска, так как данное понятие риска используется в ряде научных направлений. Так, исследования, посвященные анализу риска можно найти в литературе по правовым вопросам, психологии, медицине, философии, технике, экономике и пр. Наиболее широко распространено суждение о риске как о возможной опасности или неудаче в процессе экономической деятельности.

В каждом случае исследование риска основывается на содержательных аспектах конкретной науки и опирается на собственные подходы и методы анализа и управления объектами научного направления и критерии эффективности процесса управления. Многообразие проявления категории риска объясняется многоаспектностью и важностью этого явления в процессах управления. Категория «риск» характеризуется также сложностью его структуры, явлений и процессов, генерирующих риск, множество

несовпадающих интересов у участников процесса управления, что и обуславливает существования множества подходов к определению понятия риска.

2.1. Понятие риска как экономической категории

В современных условиях, управление экономическими системами почти всегда формируется в условиях риска. Это связано как с отсутствием необходимой и полной информации о ситуации или последствиях ее развития, наличием противоречивых тенденций, элементами случайности и т.д. Таким образом, проблема оценки и учета экономического риска приобретает самостоятельное значение как часть теории и практики управления экономическими объектами и системами. Процесс управления рисками является частью процедуры общего менеджмента и направлен на формирование стратегий развития экономической системы в условиях воздействия на неё внешней среды.

Целью процесса управления экономическими рисками является обеспечение успешного функционирования экономических систем в условиях существования рисков в процессе их развития.

Эта обобщенная цель может быть достигнута за счет решения следующих *основных задач*:

- выявления возможных экономических рисков;
- снижения финансовых потерь, связанных с экономическими рисками.

При этом, основные задачи могут быть конкретизированы для достижения необходимой степени глубины решения и целевой функции управления риском. Так, например, снижение финансовых потерь, связанных с проявлением экономических рисков, можно осуществлять через; - устранение существующего риска; - предотвращение возможного риска; - предотвращением возможного ущерба от наступления риска; - компенсация возникшего ущерба, и др.

Исследованию данной категории посвящено множество работ, в которых и российские и зарубежные исследователи дают ряд *определений риска*, которые можно свести к следующим характеристикам:

- потенциальная, численно измеримая возможность потери в процессе экономической деятельности. Понятием риска характеризуется неопределенность, связанная с возможностью возникновения в ходе управления экономическими системами неблагоприятных для неё ситуаций и возможных последствий;
- вероятность возникновения потерь, убытков, недопоступлений планируемых доходов, прибыли;

- неопределенность получения требуемых размеров финансовых результативных показателей в будущем;
- степень неопределенности получения будущих чистых доходов, денежных потоков;
- стоимостное выражение некоторых вероятностных событий, которые могут привести к потерям и ущербу;
- шанс неблагоприятного исхода, в процессе принятия решений, опасность для деятельности, угроза потерь и повреждений;
- вероятность потери ценностей (финансовых, материальных товарных ресурсов) в результате деятельности, если обстановка и условия проведения ее будут меняться в направлении, отличном от запланированных ситуаций;
- деятельность в процессе управления экономическими системами, совершаемая в надежде на получение удачного исхода;
- вероятность ошибки или успеха того или иного выбора при принятии решений в ситуации с несколькими альтернативами.

В литературе по данной проблеме выделяют несколько базовых подходов к пониманию категории риска [54].

Во – первых, риск содержательно определяет проявление в деятельности возможных неудач, опасностей, материальных и других потерь, которые могут наступить в результате реализации какого-либо направления в процессе развития или просто операционной деятельности экономических систем.

Во – вторых, риск может задавать некоторый образ действий в ситуации с неясной или неопределенной характеристикой. Понятие неопределенность, здесь может характеризовать также некоторую ситуационную деятельность экономической системы при наступлении возможных неблагоприятных последствий. В этом случае категория риска задает либо возможность потерь в процессе управления, либо формирование возможных «удачных» мероприятий в процессе развития экономической системы.

В-третьих, понимание риска представляется как симметричный процесс в управлении экономическими системами. Здесь риск отражает как возможности положительного (синергия), так и отрицательного (ущерб, убыток) отклонения результативных параметров, в процессе деятельности ЭС, от ожидаемых значений.

Таким образом, в данной категории четко просматривается тесная взаимосвязь категорий «риск», «синергия» и статистической категории «вероятность», которая сама взаимосвязана с понятием «неопределенность». Два первых понятия, в упрощенном понимании представляют собой эффект, характеризующий либо незапланированное превышение целевых показателей, в зависимости от воздействующих факторов, либо снижение этого эффекта. В первом случае такой процесс называют синергией

(увеличивает действие эффекта), во-втором – риском, который снижает эффект действий в некоторой ситуации на определенную величину, либо эффект на последующих этапах развития экономической системы. Данные категории характеризуют теорию риска, задающую качественные аспекты риска.

Для наиболее точного раскрытия и выявления поведения категорий «риск» и «синергия» следует структурировать также такие понятия как «вероятность» и «неопределенность», которые задают количественные параметры риска через эти количественные характеристики. Измерение и оценка этих параметров задают количественную теорию риска, на базе которых строится процедура управления рисками в экономических системах.

Категория «вероятность» является фундаментальной для количественной теории риска и базируется на измерении и анализе вероятностей неблагоприятных событий и позволяет количественно сравнивать события по степени их возможной реализации (возможности проявления в экономических отношениях). Вероятностью события является определенное число, которое тем больше, чем более возможно проявление некоторого события. Понятие вероятности связано с опытным, практическим понятием частоты события, где в качестве единицы измерения принимают вероятность достоверного события, т. е. такого события, которое в процессе деятельности, непременно должно произойти.

Ф. Найт [80] предложил также использовать следующие виды характеристик вероятности:

- «объективная вероятность», базирующаяся на расчете частоты, с которой происходит некоторый процесс или явление,
- «субъективная вероятность», основанная на предположении о возможности получения некоторого события.

В соответствии с определением разных сущностей категории риск, можно выделить также и несколько различных подходов к проявлению риска в процессе управления [103].

Первый подход, в рамках теории оптимального управления, риск рассматривается как атрибутивная общесоциологическая характеристика любого вида целесообразной деятельности человека, при условии ресурсных ограничений и возможности целесообразного выбора по достижению системных целей. Риск присущ самому процессу деятельности и его невозможно избежать. Существует возможность смягчить последствия проявления риска.

Второй подход характеризует риск как вероятность наступления событий, ведущих к изменению состояния устойчивости в процессе управления развитием экономических систем. При этом, большинство риск-факторов непосредственно воздействуют на целевые показатели состояния, с учетом

временной динамики их изменений. В рамках исследования риска по данному направлению, основное внимание сосредоточено на исследовании таких свойств рисков, как: всеобщность, системностью динамическая вероятность и пр.

Анализ концепции *объективных вероятностей* показывает, что она строится на интерпретации понятия вероятности как предельного значения частоты при бесконечно большом числе экспериментов. При этом, количественная оценка вероятности производится через вычисление параметра частоты возникновения некоторого события. Например, частота возникновения потерь с некоторым уровнем « Y » потерь, в процессе реализации стратегии развития может быть рассчитана по формуле

$$P(Y) = n(Y) / n,$$

где $n(Y)$ – число случаев наступления этого уровня потерь;

n – общее число случаев в статистической выборке применения данного типа стратегии (Y).

2.2. Экономический риск и причины его возникновения

С точки зрения экономической деятельности, объектом деятельности выступает организация, предприятие, корпоративная система, кластер или целый регион.

Тогда риски с точки зрения экономической деятельности определяют вероятность возникновения убытков или недополучения доходов, для экономических объектов, по сравнению с прогнозируемым возможным вариантом его развития.

Функционированию и развитию многих экономических процессов присущи *элементы неопределенности*. Это обуславливается воздействием на экономические объекты факторов внешней среды и появление ситуаций, не имеющих однозначного решения. Т.е. внешняя среда диктует исследование множества возможных ситуаций, в которые может попасть экономический объект с различным уровнем приемлемости результативности деятельности в каждой из таких ситуаций. Если существует возможность качественно и количественно определять степень вероятности того или иного варианта, то это будет характеризовать ситуацию возникновения *риска*.

Отсюда следует, что *рискованная (рисковая) ситуация* связана со статистическими процессами и ей сопутствуют три условия:

- 1) *наличие неопределенности;*
- 2) *необходимость выбора альтернативы;*
- 3) *возможность оценить вероятность осуществления выбираемых альтернатив.*

Можно выделить следующие основные черты риска:

- **противоречивость;**
- **альтернативность;**
- **неопределенность.**

Противоречивость риска проявляется в том, что, с одной стороны, он обеспечивает осуществление инициатив, новаторских идей, экспериментов, т.е. ускоряет общественный и технический прогресс. С другой стороны, риск ведет к авантюризму, волюнтаризму, торможению социального прогресса в тех случаях, когда альтернатива в условиях риска выбирается без должного учета объективных закономерностей развития явления.

Альтернативность связана с необходимостью выбора из нескольких возможных вариантов решения. Там, где нет выбора, не возникает рискованная ситуация, нет и риска. В зависимости от конкретного содержания ситуации риска альтернативность разрешается различными способами. В простых ситуациях выбор осуществляется на основании прошлого опыта и интуиции, в сложных ситуациях необходимо использование специальных методов и методик.

Существование риска непосредственно связано с **неопределенностью**, которая неоднородна по форме проявления и по содержанию. Риск является одним из способов "снятия" неопределенности, которая представляет собой незнание достоверного, отсутствие однозначности. Для снятия неопределенности необходимо изучать источники риска.

Экономический риск связан с выбором определенных альтернатив управления в хозяйственной деятельности, расчетом вероятностей их исхода. В этом – его **субъективная сторона**. Кроме того, **субъективность** проявляется еще и в том, что люди неодинаково воспринимают одну и ту же ситуацию экономического риска в силу различия психологических, нравственных принципов, материального положения и т.д.

В то же время риск имеет **объективную сторону**, которая обусловлена вероятностной сущностью многих внешних и внутренних процессов, многовариантностью отношений между субъектами экономических взаимодействий. Причем **объективность** риска заключается еще и в том, что он существует независимо от того, осознают ли в самой экономической системе его наличие или нет, учитывают и управляют, или игнорируют его.

Как отмечалось, существование риска непосредственно связано с наличием **неопределенности**, которая неоднородна по форме проявления и по содержанию.

В первую очередь, это неопределенность внешней среды, которая включает в себя объективные экономические, социальные и политические условия, в рамках которых осуществляется предпринимательская деятельность и к функционированию которых она вынуждена

приспосабливаться. Это возможные сдвиги в общественных потребностях и потребительском спросе, появление технических и технологических новшеств, изменение политической обстановки, природные явления и т.д. Значительное влияние на предпринимательскую деятельность оказывает неопределенность экономической конъюнктуры, которая вытекает из непостоянства спроса-предложения на товары, деньги, факторы производства, которая зависит от множества переменных, контрагентов и лиц, поведение которых не всегда можно предсказать с приемлемой точностью.

Таким образом, основными *источниками неопределенности*, а, следовательно, *и риска* являются:

1. *Спонтанность внешних социально-экономических и технологических процессов и явлений.*

2. *Случайность.* Вероятностная сущность многих социально-экономических и технологических процессов приводит к тому, что в сходных условиях одно и то же событие происходит неодинаково, т.е. имеет место элемент случайности. Это предопределяет невозможность однозначного предвидения наступления предполагаемого результата и уровня его эффективности или убытков.

3. Наличие *противоборствующих тенденций, столкновение противоречивых интересов.* Проявление этого источника риска весьма многообразно: от войн и межнациональных конфликтов до конкуренции и несовпадения интересов. Что например, проявляется в результате экономических санкций для России и других стран. В результате имеется ограничение экспорта или импорта, конфискацией продукции и предприятий, замораживание иностранных инвестиций и т.д. Другие методы рыночной борьбы за потребителя также могут потребовать изменения номенклатуры выпускаемой продукции, цен, ассортимента, качества и т.д.. Все это создает ситуации риска.

4. *Вероятностный характер инновационных процессов.* Общее направление развития инноваций, науки и техники также не может быть предсказан с определенной точностью, что тоже генерирует риски, обусловленные вероятностной природой данных процессов.

5. *Неполнота, недостаточность информации об объеме, процессе, явлении, по отношению к которому принимается решение, ограниченность человека в сборе и переработке информации, ее изменчивость.* Процесс принятия решений предполагает наличие информации о наличии и величине спроса на товары и услуги, на капитал; о финансовой устойчивости и платежеспособности клиентов, конкурентов; о ценах, курсах валют и т.д. На практике такая информация часто бывает разнородной, неполной или искаженной. Чем ниже качество информации,

используемой при принятии решений, тем выше риск наступления отрицательных последствий такого решения.

б. К источникам риска относятся также:

а) **ограниченность, недостаточность** материальных, финансовых, трудовых и др. ресурсов при принятии и реализации ресурсов;

б) **невозможность однозначного познания объекта** при существующих методах и уровне научного познания;

в) **относительная ограниченность** сознательной деятельности человека; различия в оценках, установках и т.д.;

г) **несбалансированность основных компонентов** хозяйственного механизма планирования, ценообразования, материально-технического снабжения, финансово-кредитных отношений.

2.3. Базовые категории экономического риска

Рассмотрим основные подходы к обзору базовых категорий риска, которые существуют в литературе по данной проблеме.

Среди данной литературы следует отметить работу Мадера А.Г. [74], где формулируются основополагающие категории риска в экономике: - неопределённость, - принятие решений в условиях риска, факторы риска, - управление риском, и пр. В работе определено, что для эффективного управления в неопределенном и непредсказуемом будущем, необходимо прогнозировать и оценивать риски, так как управленческий процесс на практике предполагается достижение только положительного результата.

Разработанные методы и модели обеспечивают прогнозирование и оценку рисков, их количественные меры, включая и вероятности реализации рисков в будущем. Здесь же приводится классификация рисков, как по содержательному смыслу, так и степени их неопределенности, вводятся критерии оценки рисков, а также критерии принятия наилучших решений, основанные на соотношениях баланса между шансами и рисками. Применение разработанных моделей и методов иллюстрируется на большом количестве примеров из практики экономики и менеджмента.

Другой автор, Асват Дамодаран, в работе [32] дает стратегическое описание проблематики риск-менеджмента при управлении корпоративными финансами. Значимое влияние, по мнению автора, оказывает на управление рисками психологические аспекты управления, от которых зависит методы противодействия рискам. В монографии Капустиной Н.В. [55] рассматриваются теоретические, методологические и практические вопросы развития организации с учётом активного управления рисками. Здесь сформулирована превентивная модель риск-менеджмента, интегрированная в систему управления развитием организации. Выполнен обзор факторов

риска в отечественных организациях и проанализирован мировой опыт управления рисками. Обобщены практические рекомендации по управлению рисками.

В другой работе Капустиной Н.В. [56] предлагается методология управления рисками построенная на принципах системного анализа. Вообще, данная работа отличается глубокой проработкой фундаментальных оснований оценки экономической эффективности развития систем управления рисками. Несмотря на выраженный методологический характер работы, здесь также приводятся практические рекомендации.

В работе Исмагилова Р.Х. [53] рассматриваются основополагающие принципы к управлению экономическими рисками, такие как, локализация, уклонение, страхование, диссипация, компенсация, поглощение и вопросы финансирования рисков.

Работа [24] нацелена на реализацию упреждающего управления рисками, и сформулирована для организации общей системы управления рисками, независимо от уровня и специализации предприятий.

Соколов Д.В. и Барчуков А.В. в работе [97] предложили авторскую интерпретацию к классификации рисков организации и оригинальную методику их выявления и оценки. Сформулированы принципы организации системы риск-менеджмента. Рассмотрен новый подход к оценке эффективности системы риск-менеджмента, предлагаются методические указания и нормативные документы подразделений управления рисками. Разработана процедура управления операционными рисками в реальной экономике.

В работе Рыхтиковой Н.А. [93] обеспечивается отработка навыков анализа структуры риск-менеджмента организации, реализации диагностики и управления рисками а целях проведения мероприятий по антикризисному управлению. Рассматривается категории риска; эволюция представлений о риске; анализируются вопросы построения системы риск-менеджмента организации и мониторинга риска. Приведены современные технологии оценки и управления рисками, примеры расчетов для практических ситуаций.

В работах [115,116] предлагается исследование базовых понятий экономического риска, определяются факторы риска, даны методы количественной оценки экономического риска, представлены практические примеры практического характера. Здесь приведена систематизация финансовых рисков, рассматриваются методы финансовой математики для описания рискованных процессов, предлагаются новые подходы к снижению экономического риска. Рассматривается проблематика оптимизации портфеля ценных бумаг на основе современной портфельная теория в сочетании с теорией рынка капитала, представлен обзор и сравнительный анализ основных методов управления портфелем инвестиций и различных

портфельных теорий. Следует отметить внимание авторов к описанию психологических аспектов человеческого фактора как одного из основных риск-фактор.

Работа Качалова Р.М. [57] посвящена теоретическим основам управления экономическим риском на основе сравнительного анализа таких категорий, как «неопределенность» и «риск». Сформулированы положения операциональной теории управления экономическим риском, включая операционные характеристики процессов, методы оценки, анализа и управления риском, приведены прикладные методики идентификации факторов экономического риска, сформулированы методические требования к описанию рискованных ситуаций.

Работа Лобанова А.А. и Чугунова А. В. [70] позиционируется как энциклопедия финансового риск-менеджмента, в которой детально представлены многочисленные вопросы финансового риск-менеджмента, освещаемые в соответствии с международными стандартами. Здесь представлены организационные аспекты риск-менеджмента, модели эволюции процентных ставок, анализ рисков страхования банковских вкладов и анализ рисков в макроэкономике. Рассмотрены методы количественной оценки и управления финансовыми рисками, теория экстремальных значений, соглашения о форвардной процентной ставке и др. Дана систематизация методов количественного анализа для моделей ценообразования и стратегий применения производных финансовых инструментов, учитывающих положения Базельского соглашения по анализу финансовых рисков.

В работе Пименова Н.А. [86] раскрывается понятие финансового риска через взаимосвязь финансовой устойчивости и финансовой безопасности. Рассматриваются основные этапы процесса управления рисками, вопросы диагностики рисков и методы управления рисками. Подробно исследуются проблемы анализа и регулирования кредитных, валютных и налоговых рисков.

Четыркин Е.М. [110] исследуя категорию измерителей финансовых рисков применяемых в современной экономической и банковской практике, раскрывает содержание и принципы, на базе которых разработаны индикаторы финансовых рисков. Приводятся примеры и приемы диагностики показателей риска статистического характера и исследуются более сложные современные измерители в виде показателей чувствительности цен для оценки риска финансовых инструментов с фиксированным доходом и меры чувствительности для различных видов опционов, например измеритель - *стоимость под риском*.

Роджер Гибсон [25] обобщает собственный опыт в области распределения активов и формирования инвестиционного портфеля с учётом

взаимодействия различных видов инвестиций внутри портфеля. Изложение материала опирается на анализ закономерностей мирового финансового рынка и представляют собой развёрнутый анализ исторической динамики различных инвестиционных инструментов.

В работе [68] раскрывается технология риск-менеджмента для управления коммерческим банком. С единых системных позиций рассматриваются основные вопросы построения и функционирования системы риск-менеджмента в коммерческом банке. Для формирования стратегии риск-ориентированного управления исследуются как финансовые, так и нефинансовые риски.

Риски управления банковскими учреждениями рассматриваются также в работе Димитриади Г.Г. [33], где используется оригинальная трактовка концепции Universal Risk Management, предполагающая управление рисками по критерию неполучения планируемой прибыли.

В работе Просветова Г.И. [88] собран обширный материал как теоретического, так и практического характера, связанный с созданием комплексной системы управления рисками организации с использованием вероятностных, эмпирических, финансовых и математических методов экономического анализа. Представлены расчетные алгоритмы, справочные материалы и задачи для с использованием математических методов в управлении экономическими рисками.

В работе Воронцовского А.В. [23] представлены основы анализа рискованных решений в реальной экономике. Предлагаются практические рекомендации по организации учета и управления рисками. Представлен аналитический обзор факторов риска и различных подходов к измерению риска. Приводится описание особенностей учета риска при оценке материальных инвестиций процедуры управления рисками посредством воздействия на денежные потоки и применения контрактных и встроенных реальных опционов. Вводится понятие эквивалентных портфелей при оценке риска инвестиционных решений и оценке рискованных активов капитала. Приведены практические рекомендации по расчетному обоснованию управления рисками на компьютере.

Следует отметить, в плане практической ценности и доступности изложения технологии управления рисками работу Горбунова В.Л. [28], где представлен анализ методов оценки рисков и путей управления последствиями рисков. Рассматривается применение ППП «*AE-Project*», реализующего вероятностный аппарат оценки рисков.

Теоретические аспекты и практические вопросы оптимизации рисков в страховой деятельности рассматриваются в работе Шахова В.В, Миллермана А.С. и Медведева В.Г. [117], где дается анализ экономико-математического инструментария моделирования рискованных ситуаций и процессов страхового

рынка в условиях неопределенности. Приведен аналитический обзор различных теорий риска в экономике, их классификация, методы оптимальной оценки страховых премий и управления рисками.

Королев В.Ю., Бенинг В.Е. и Шоргин С.Я. [63,64] описывают математические основы количественной теории риска. Систематизируются теоретические основы математических методов, используемых при анализе рисков в экономике, при этом основное внимание уделяется анализу страховых рисков.

В работе Шапкина А.С., Шапкина В.А [115] рассматривается влияние основных рыночных факторов на управление финансовыми рисками. Представлены необходимые сведения из финансового риск-менеджмента, проводится количественный анализ экономического риска в условиях неопределённости. Приводится описание методов принятия оптимальных решений и управления инвестиционными проектами в условиях рискованных ситуаций. Проанализированы основные способы уменьшения рисков экономической деятельности.

В работах [5,100,101] дается сравнительный анализ подходов по определению категории риска, которые обобщены в табл.2.1.

Таблица 2.1. Определения риска финансово-хозяйственной деятельности предприятий

Источник	Определение инвестиций
Альгин А.П. [1]	Риск - деятельность, связанную с преодолением неопределенности в ситуации с неизбежным выбором, в процессе которой имеется возможность оценить вероятности достижения предполагаемого результата, неудач и отклонения от поставленной цели
Ван Хорн Дж. [17]	Риск – вероятность неблагоприятного исхода
Грабовой П.Г. [30]	Риск - вероятность (угрозу) потери предприятием части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной финансовой деятельности
Кошечкин С.А. [65]	Риск – степень вариантности дохода, который может быть получен благодаря владению данным видом актива или вложению средств в инвестиционный проект
Кузнецов В.Е. [66]	Риск - степень неопределенности финансовых результатов в будущем
Буянов В.П. [16]. Кирсанов К.А. [58] [61]	Риск – это потеря, снижение прибыли, дохода в сравнении с ожидаемыми величинами, величина таких потерь характеризует степень риска

Ковалев В.В. [62]	Риск - уровень финансовой потери, выражающийся в: – возможности недостижения поставленной цели; - в неопределенности прогнозируемого результата; – в субъективности оценки прогнозируемого результата.
Бригхем Ю. [104]	вероятность возникновения убытков или недополучения доходов по сравнению с прогнозируемым вариантом
Трифонов Ю.В. [102]	Риск – возможная опасность потерь, вытекающая из специфики тех или иных явлений природы и видов деятельности человеческого общества
Филиппов Л. А. [106]	Риск - вероятность потери ценностей (финансовых, материальных) в результате деятельности, если обстановка и условие проведения деятельности будут меняться в направлении, отличном от предусмотренного планами и расчетами.
Хохлов Н.В. [107]	Риск - событие или группа родственных случайных событий, наносящих ущерб объекту, обладающему данным риском
Четыркин Е.М. [110,111]	Риск – возможная потеря, вызванная наступлением случайных неблагоприятных событий
Шарп У/ [112]	Риск – неопределённость, связанная со стоимостью инвестиций в конце периода

Общая тенденция анализа категорий риска в литературе, сводится к тому что риск - это неопределенность, приводящая к финансовым потерям (ущербу). Однако, следует более точно определить понятия риска и неопределенности. Обычно риск измеряется объективной вероятностью, а неопределенность - субъективной степенью уверенности.

Определение риска и неопределенности, данное Ф.Найтом [80] ближе всего к современному пониманию. В соответствии с этим определением риск и неопределенность являются объективным и субъективным аспектами наблюдаемых вариаций признака или некоторой ситуации. Неопределенность же - это психологическая реакция индивидуума на риск и зависит от значимости риска. По Ф.Найту - риск есть сомнение в исходе, в случае, когда есть возможность определить вероятность априорно или эмпирически. Неопределенность есть сомнение в исходе развития ситуации.

Риска может определяться либо возможными потерями (ущерб), либо уровнем неопределенности, которая также может быть сведена к потерям.

Неопределенность измеряется вероятностью (частотой) возникновения неблагоприятной ситуации. Неопределенность, например, может вызывать неэффективный (маржинальный) способ решения по управлению ситуацией, а средние, нацеленные не на наибольшую прибыль. Риск подвержены практически все виды экономической деятельности и базовой целью, в условиях существования рисков, становятся не избежание риска вообще, а предвидение, оценка, анализ и снижение риска для управления.

Определяя базовые категории и факторы риска в управлении, в современной теории и практике управления рисками различают следующие основные направления современной теории риска, к которым относятся:

- качественная теория риска,
- количественная теория риска

Качественная теория – в основном это систематизация источников риска и способов их уменьшения, использование так называемого фундаментального анализа в экономике.

Количественная теория – математизированное описание последствий действия или состояния в условиях неопределённости, т.е. с математическое моделирование с применением вероятностных представлений. Количественная теория риска опирается на использование развитого инструментария современного технического анализа, нашедшего широкое распространение, например, при работе брокеров на фондовом рынке и на рынке валют.

Эффективное противодействие рискам в экономике требует совместного использования качественного и количественного анализа, хотя до недавнего времени имела место активная полемика сторонников этих подходов. В этом вопросе экономика прошла путь характерный для развития большинства наук, которые зарождались на основе систематизации качественных представлений, постепенно переходя к разработке количественных методов.

Математическая основа количественной теории риска использует следующие разделы математики:

- математическое моделирование;
- математическая статистика и теория вероятностей (эконометрика);
- исследование операций и теория игр.

ГЛАВА 3. ОБЗОР ПОДХОДОВ К СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

В процессе экономического развития и хозяйственной деятельности предприятий возникают различные типы риска, которые характеризуются различными признаками и отличаются между собой по месту и времени возникновения, факторов возникновения риска, уровень (величина) и последствия, методу и способу анализа и оценки, методам воздействия на риск (управление). В этой связи, в литературе, соответственно существует множество подходов и способов классификации рисков, которые различаются основаниями классификации. Ведь эффективность организации процессов управления риском определяется адекватной *идентификацией возможных рисков*, сопутствующих экономическим процессам развития.

Под классификацией рисков следует понимать их распределение на отдельные группы по определенным признакам для достижения определенных целей. Научно обоснованная классификация рисков позволяет четко определить место каждого риска в их общей системе. Она создает возможности для эффективного применения соответствующих методов и приемов управления риском. Причем каждому риску соответствует свои, наиболее эффективные методы и приемы выявления, диагностики и управления рисками.

3.1. Классификация рисков экономической деятельности

Рассматривая понятие риска применительно к экономической деятельности, будем считать, что риск – это состояние (ситуация, положение) экономической системы или её части, получаемой в условиях недостаточной определённости (неопределённости), которое является неблагоприятным, или может вызвать неблагоприятные последствия для дальнейшего развития экономической системы.

Данное определение является не единственным, которое используется авторами различных подходов к теории риска [5,11,56,57,64,75,82,91,99,119], однако, именно на такой дефиниции риска будем определять другие категории теории риска и раскрывать их взаимосвязи. Именно проблема неопределённости является содержательной для анализа ситуации и заключается в оценке степени её определённости (проблемности), выбора алгоритма прогнозирования направлений развития и обоснования методов управления по снижению риска или его последствий. Именно неопределённость последующих состояний ЭС в процессе своего развития, по нашему мнению, является наиболее опасной чертой для обеспечения устойчивого экономического развития экономической системы.

В работе [107] дается подход классификации рисков, в котором используются следующие группировочные признаки:

- причины (род опасности), вызывающие неблагоприятные события;
- характер деятельности, с которым связаны соответствующие риски;
- объекты, на которые направлены риски.

Классификация по признаку - **род опасности** выделяет техногенные (или антропогенные), природные и смешанные риски.

Техногенные риски порождены хозяйственной деятельностью человека: аварийные ситуации, загрязнение окружающей среды и т.д.

Природные риски не зависят от деятельности человека (последствия стихийных бедствий: землетрясения, наводнения, урагана, тайфуна, удара молнии, и т.д.).

Смешанные риски — это события природного характера, инициированные хозяйственной деятельностью человека.

По признаку - **характер деятельности объекта (процесса) риска** выделяют: предпринимательские, профессиональные, финансовые, коммерческие, инвестиционные, инновационные, транспортные, промышленные и пр.

Предпринимательские риски связаны с развертыванием производства и прибылью, а именно: недополучение прибыли в результате простоя производства, банкротство, упущенная выгода, непредвиденные расходы и др.

К *финансовым и коммерческим* можно отнести риски из области управления финансами и взаимоотношений торговых партнеров в процессе сделки: неисполнение договорных обязательств контрагентом по сделке, невозврат кредита, непредвиденные судебные расходы.

Профессиональные риски связаны с исполнением лицами своих профессиональных обязанностей.

Инвестиционные - риски, возникающие в процессе инвестиционной деятельности (вложении инвесторами средств с целью получения прибыли - риски изменения доходности ценных бумаг, процентные, валютные, страновые и пр.).

Одни и те же по характеру риски могут проявиться в различных областях хозяйственной деятельности и инициировать появление связанных видов риска.

Транспортные риски возникают при транспортировке грузов (морские, воздушные, наземные, комбинированные).

Промышленные риски характерны для производственной деятельности предприятий: выход из строя оборудования, станков, приборов, сложных технических комплексов, а также повреждения промышленных зданий и сооружений.

По признаку - **природа объектов риска** выделяют: *риски нанесения ущерба жизни и здоровью граждан, имущественные риски, (риски наступления гражданской ответственности. риски нанесения ущерба имуществу, риски нанесения ущерба имущественному интересу).*

В экономической литературе можно найти большое количество разнообразных вариантов классификации рисков. Наиболее полными и интересными для систематизации рисков нам представляются работы следующих авторов (Беликов А.Ю., Балабанов И.Т., Воропаев Ю.Н., П.Г.Грабовый, Рогов М. И., Хуссамов Р.Р., Шаршукова Л. Г. И др). На основе анализа и обобщения существующих классификаций можно сделать ряд выводов:

- типология рисков тем больше, чем сложнее в корпоративных системах экономические процессы и структурные взаимодействия;

- чем больше различных взаимосвязей с внешней средой (поставщиками, потребителями, инвесторами и так далее), тем сложнее достичь устойчивого состояния и управляемости и тем больше рисков, дестабилизирующих состояние предприятия (социально-политическая ситуация, налоговая политика, состояние рынка труда и так далее);

- одни и те же виды рисков, в различных ситуациях имеют разные причины, уровень и последствия;

- эластичность каждого типа риска различна при оценке управления на базе целевого интегрального риска;

- риск, имеющий одно и то же название, но рассматриваемый с различных уровней иерархии управления может иметь разный смысл;

- для уточнения типа риска и его последствий необходимо строить дерево рисков и исследовать цепочку их последствий.

В этой связи формирование полной и обобщенной классификации возможных рисков весьма сложно, поэтому обычно пытаются систематизировать отдельные направления риска и процессов из развития, типы, структуру, методологию исследования, методы их оценки и пр. На базе существующей в литературе группировок, можно систематизировать и построить простой обобщенный классификатор рисков, который позволяет идентифицировать риски по простой структуре характеристик (табл.3.1) в виде параметрического описания риска (набор параметров, описывающих тот или иной риск).

Таблица 3.1 Классификатор рисков по простой структуре характеристик

Признак, лежащий в основе классификации	Виды
1. Степень сложности	1.1. Простые 1.2. Составные
2. Конечный результат	2.1. Чистые 2.2. Спекулятивные

3. Уровень реализации	3.1. Макроэкономические (рыночный, инфляционный, валютный, страновой, государственного регулирования, региональный, риски с ценными бумагами) 3.2. Микроэкономические риски (риски посреднического, производственного, торгового предприятия, банковские риски, инвестиционного фонда, страховой компании, отраслевые риски)
4. Сфера образования риска	4.1. Производственный риск 4.2. Финансовый (кредитный) риск 4.3. Инвестиционный риск 4.4. Рыночный риск
5. Временной характер	5.1. Динамический риск 5.2. Статический риск
6. Степень охвата экономических субъектов	6.1. Коллективный риск 6.2. Индивидуальный риск
7. Длительность действия	7.1. Краткосрочный риск 7.2. Долгосрочный риск
8. Степень влияния на финансово-экономическое положение предприятия	8.1. Безрисковый 8.2. Минимальный 8.3. Повышенный 8.4. Критический 8.5. Кризисный
9. Возможность страхования риска	9.1. Страхуемый 9.2. Нестрахуемый
10. Природа возникновения	10.1. Хозяйственный 10.2. Связанный с уровнем компетенций 10.3. Связанный с информационно-технологическим обеспечением процесса управления
11. Причина возникновения	11.1. Риск банкротства 11.2. Риск неконкурентоспособности и другие

В данном классификаторе (табл.3.1) каждый вид риска, в зависимости от признака классификации подразделяется на ряд более простых, из которых формулируется обобщенная характеристика составного (риска сложной типологии) риска, например, типа {(1.1),(3.2),(5.2),(8.4)}.

Другая обобщенная классификация рисков, приводимая в литературе, определяется не простым набором параметров, а более сложными структурными отношениями. Такая систематизация в большей степени

соответствует практике управления рисками. Структура *данной классификационной схемы* приведена на рис.3.1.

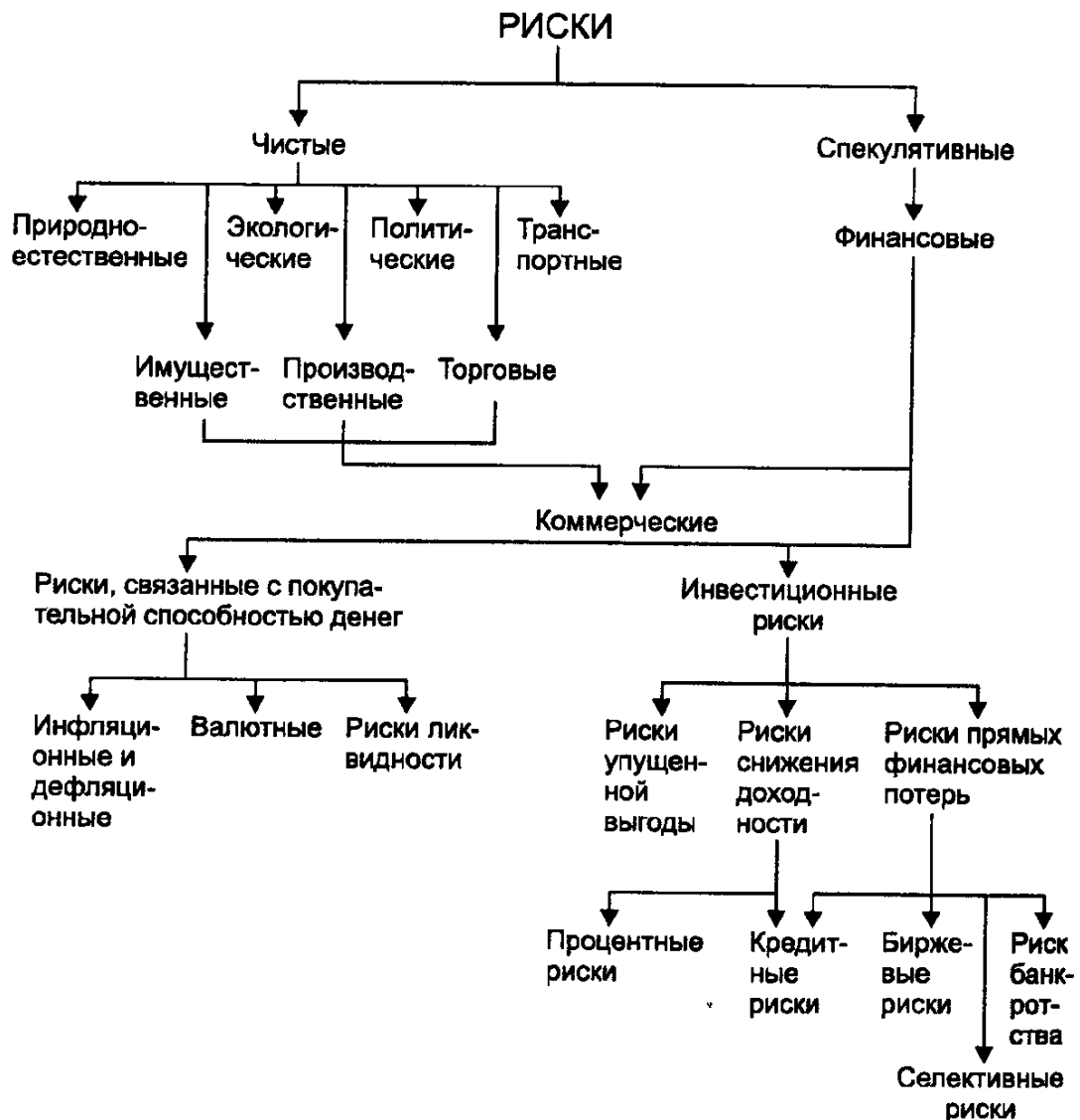


Рисунок 3.1. Классификация рисков

Такая система включает в себя категории, группы, виды, подвиды и разновидности рисков и создает предпосылки для эффективного применения соответствующих методов и приемов управления риском.

Прежде всего, в зависимости от возможного результата в процессе реализации рискового события, риски делят на две группы: *чистые и спекулятивные*.

В этой группировке, **чистые риски** означают возможность получения отрицательного или нулевого результата в процессе экономической деятельности. К ним относятся риски **природно-естественные, экологические, политические, транспортные** и **часть коммерческих рисков** (имущественные, производственные, торговые).

Спекулятивные риски выражаются в возможности получения **как положительного, так и отрицательного результата**. Такой же результат по рискам может давать и **финансовый риск**.

Чистые риски, в зависимости от основной причины возникновения (*базисный* или *природный признак*), риски делятся на следующие категории: *природно-естественные, экологические, политические, транспортные и коммерческие*.

К природно-естественным относятся риски, связанные с проявлением стихийных сил природы: землетрясение, наводнение, буря, пожар, эпидемия и т. п.

Экологические риски – это риски, связанные с загрязнением окружающей среды.

Политические риски связаны с политической ситуацией в стране и деятельностью государства. Политические риски возникают при нарушении условий производственно-торгового процесса по причинам, непосредственно не зависящим от хозяйствующего субъекта.

Транспортные риски — это риски, связанные с перевозками грузов транспортом: автомобильным, морским, речным, железнодорожным, самолетами и т. д.

Коммерческие риски представляют собой *опасность потерь в процессе финансово-хозяйственной деятельности*. Они означают неопределенность результата в конкретной ситуации или коммерческой сделки.

По структурному признаку коммерческие риски делятся на *имущественные, производственные, торговые, финансовые*.

Имущественные риски — это риски, связанные с *вероятностью потерь имущества* гражданина/предпринимателя по причине *кражи, диверсии, халатности, перенапряжения технической и технологической систем* и т. п.

Производственные риски — это риски, связанные с *убытком от остановки производства* вследствие воздействия различных факторов и, прежде всего, с *гибелью или повреждением основных и оборотных фондов* (оборудование, сырье, транспорт и т. п.), а также риски, связанные с *внедрением в производство новой техники и технологии*.

Торговые риски представляют собой риски, связанные с *убытком по причине задержки платежей, отказа от платежа в период транспортировки товара, непоставки товара* и т. п.

Группа финансовых рисков связана с *вероятностью потерь финансовых ресурсов*. Обычно финансовые риски подразделяются на два вида:

- риски, связанные с *покупательной способностью денег и их эквивалентов*;
- риски, связанные с *вложением капитала (инвестиционные риски)*.

В данной группировке рисков, к рискам, связанным с покупательной способностью денег, относятся следующие разновидности рисков: *инфляционные* и *дефляционные* риски, *валютные* риски, *риск ликвидности*.

Инвестиционные риски включают в себя следующие подвиды рисков:

- *портфельные* риски;
- *риск упущенной выгоды*;
- *риск снижения доходности*;
- *риск прямых финансовых потерь*.

Портфельные риски отражают риски инвестиционного портфеля. В этом случае *инвестиции* связаны с *формированием инвестиционного портфеля* и представляют собой *приобретение ценных бумаг и других активов*. Термин «портфельный» происходит от итальянского «porto foglio» в значении совокупности ценных бумаг, которые имеются у инвестора. Риски связанные с покупкой и продажей ценных бумаг и иных активов и называются портфельными рисками.

Риск упущенной выгоды (риск прямой упущенной выгоды) — это риск при котором наступает косвенный финансовый ущерб, например, недополучения прибыли вследствие неосуществления определённых мер (например, страхования, хеджирования или и др.). К примеру, в процессе страховой деятельности или инвестиционной.

Риск снижения доходности может возникнуть в результате уменьшения размера процентов и дивидендов на осуществленные инвестиции, вклады, кредиты и т.п.

Риски прямых финансовых потерь включают в себя следующие разновидности: *биржевой риск*, *селективный риск*, *риск банкротства*, а также *кредитный риск*.

Биржевые риски представляют собой *опасность потерь от биржевых сделок*. К этим рискам относятся: *риск неплатежа по коммерческим сделкам*, *риск неплатежа комиссионного вознаграждения брокерской фирмы* и т. п.

Селективные риски (от лат. selectio — выбор, отбор) — это риски *неэффективного способа вложения капитала и инвестирования* в сравнении с другими видами ценных бумаг при формировании инвестиционного портфеля.

Риск банкротства представляет собой опасность в результате *неправильного выбора способа вложения капитала*, *полной потери предпринимателем собственного капитала* и *неспособности его рассчитываться по взятым на себя обязательствам*.

В экономической деятельности, именно финансовые риски являются наиболее весомыми в формировании уровня последствий для финансового положения предприятия, поэтому рассмотрим эти риски подробнее.

3.2. Классификация финансовых рисков

Как мы уже ранее определяли, *финансовый риск* возникает в процессе отношений предприятия с финансовыми институтами (банками, финансовыми, инвестиционными, страховыми компаниями, биржами и др.) и организации финансовых отношений с контрагентами. Особенностью финансовых рисков является зависимость их уровня от времени, что связано с изменением во-времени самих результативных финансовых показателей. Например степень риска для ситуации по вложению капитала в какие-либо активы увеличивается с течением времени. В этом случае, основными причинами финансового риска являются: инфляционные факторы, рост учетных ставок банка, снижение стоимости ценных бумаг и др.

Как уже было сказано выше, финансовые риски подразделяются на два вида:

- риски, связанные с покупательной способностью денег;
- риски, связанные с вложением капитала (инвестиционные риски).

К рискам, связанным с покупательной способностью денег, относятся следующие разновидности рисков: инфляционные и дефляционные риски, валютные риски, риск ликвидности.

Инфляция означает обесценение денег и, соответственно, рост цен. Дефляция - это процесс, обратный инфляции, он выражается в снижении цен и, соответственно, в увеличении покупательной способности денег.

Инфляционный риск - это риск того, что при росте инфляции получаемые денежные доходы обесцениваются с точки зрения реальной покупательной способности быстрее, чем растут. В таких условиях предприниматель несет реальные потери.

Дефляционный риск - это риск того, что при росте дефляции происходит падение уровня цен, ухудшение экономических условий предпринимательства и снижение доходов.

Валютные риски представляют собой опасность валютных потерь, связанных с изменением курса одной иностранной валюты по отношению к другой при проведении внешнеэкономических, кредитных и других валютных операций.

Риски ликвидности - это риски, связанные с возможностью потерь при реализации ценных бумаг или других товаров из-за изменения оценки их качества и потребительской стоимости.

При работе на инвестиционном рынке, предприятие может получить инвестиционные риски, которые сами включают следующие подвиды рисков:

- риск упущенной выгоды;
- риск снижения доходности;

- риск прямых финансовых потерь.

Риск упущенной выгоды — это риск наступления косвенного (побочного) *финансового ущерба* (неполученная прибыль) в результате неосуществления какого-либо мероприятия (например, *страхования, хеджирования, инвестирования* и т. п.).

Риск снижения доходности может возникнуть в результате уменьшения *размера процентов и дивидендов по портфельным инвестициям, по вкладам и кредитам* и включает в себя следующие разновидности: *процентные риски* и *кредитные риски*. Портфельные инвестиции связаны с формированием инвестиционного портфеля и представляют собой приобретение ценных бумаг и других активов. Термин “портфельный” происходит от итальянского «*Porte foglio*» в значении совокупности ценных бумаг, которые имеются у инвестора.

К *процентным рискам* относится опасность потерь, которые могут понести коммерческие банки, кредитные учреждения, инвестиционные институты в результате *превышения процентных ставок, выплачиваемых ими по привлеченным средствам, над ставками по предоставленным кредитам*. К процентным рискам относятся также ***риски потерь***, которые могут понести **инвесторы** в связи с *изменением дивидендов по акциям, процентных ставок по облигациям, сертификатам и другим ценным бумагам на рынке ценных бумаг*. Т.е. процентный риск - это риск для прибыли возникающий из-за неблагоприятных колебаний процентной ставки, которые приводят к повышению затрат на выплату процентов или снижению дохода от вложений и поступлений от предоставленных кредитов.

Рост рыночной ставки процента ведет к понижению курсовой стоимости ценных бумаг, особенно облигаций с фиксированным процентом. При повышении процента может начаться также массовый сброс ценных бумаг, эмитированных под более низкие фиксированные проценты и, по условиям выпуска, досрочно принимаемых обратно эмитентом. Процентный риск несет **инвестор**, вложивший средства в среднесрочные и долгосрочные ценные бумаги с фиксированным процентом при текущем повышении среднерыночного процента в сравнении с фиксированным уровнем. Иными словами, инвестор мог бы получить прирост доходов за счет повышения процента, но не может высвободить свои средства, вложенные на указанных выше условиях.

Процентный риск сопутствует выпускаемым в обращение среднесрочные и долгосрочные ценные бумаги с фиксированным процентом при текущем понижении среднерыночного процента в сравнении с фиксированным уровнем. Иначе говоря, эмитент мог бы привлекать средства с рынка под более низкий процент, но он уже связан сделанным им выпуском ценных бумаг. Фирма, идущая на поглощение другой фирмы, через некоторое время

окажется в зоне процентного риска, если это приобретение финансируется за счет заемных средств, а не путем выпуска акций.

Банки и другие финансовые учреждения, которые обладают значительными средствами, приносящими процентный доход, обычно в большей мере подвержены процентному риску. Если фирма взяла значительные кредиты, то неэффективное управление процентными рисками может привести фирму на грань банкротства.

Изменения процентных ставок влекут за собой несколько разновидностей риска.

- Риск увеличения расходов по уплате процентов или снижения дохода от инвестиций до уровня ниже ожидаемого из-за колебаний общего уровня процентных ставок.

- Риск, связанный с таким изменением процентных ставок после принятия решения о взятии кредита, которое не обеспечивает наиболее низких расходов по уплате процентов.

- Риск принятия такого решения о предоставлении кредита или осуществлении вложений, которое в результате не приведет к получению наибольшего дохода из-за изменений процентных ставок, произошедших после принятия решения.

- Риск того, что сумма расходов по уплате процентов по кредиту, взятому под фиксированный процент, окажется более высокой, чем в случае кредита под плавающий процент, или наоборот. Чем больше подвижность ставки (регулярность ее изменений, их характер и размеры), тем больше процентный риск. Риск для заемщика имеет двойственную природу. Получая заем по фиксированной ставке, он подвергается риску из-за падения ставок, а в случае займа по свободно колеблющейся ставке он подвергается риску из-за их увеличения. Риск можно снизить, если предугадать, в каком направлении станут изменяться процентные ставки в течение срока займа, но это сделать достаточно сложно. Риск для кредитора - это зеркальное отображение риска для заемщика. Чтобы получить максимальную прибыль, банк должен предоставлять кредиты по фиксированной ставке, когда ожидается падение процентных ставок, и по плавающей ставке, когда ожидается их повышение. Инвестор может помещать средства на краткосрочные депозиты или депозиты с колеблющейся процентной ставкой и получать процентный доход. Инвестор должен предпочесть фиксированную процентную ставку, когда предполагается падение процентных ставок, и колеблющуюся, когда ожидается их рост. Изменение процентных ставок в зависимости от срока займа можно выразить с помощью кривой процентного дохода. Нормальной кривой процентного дохода считается восходящая кривая. Она означает, что процентные ставки для долгосрочных займов обычно выше, чем для краткосрочных, и тем самым компенсируют кредиторам связанность их

средств на более длительный срок и более высокий кредитный риск в случае долгосрочных займов.

Понятие процентного риска для банковских структур отличается от точки зрения его корпоративных клиентов. Банковское понятие процентного риска можно разделить на базовый риск и риск временных разрывов.

- *базовый риск* связан с изменениями в структуре процентных ставок и возникает в случае, когда средства берутся по одной процентной ставке, а ссужаются или инвестируются по другой.

- *риск временного разрыва* возникает, когда займы получают или предоставляют по одной и той же базовой ставке, но с некоторым временным разрывом в датах их пересмотра по взятым и предоставленным кредитам. Этот риск возникает в связи с изменением времени для пересмотра процентных ставок, поскольку они могут измениться в промежутке между моментами пересмотра.

Другой тип риска - *Кредитный риск* — представляет собой опасность *неуплаты заемщиком основного долга и процентов по кредиту*. К кредитному риску относится также риск такого события, при котором эмитент, выпустивший долговые ценные бумаги, окажется не в состоянии выплачивать проценты по ним или основную сумму долга. Кредитный риск может быть также разновидностью рисков прямых финансовых потерь.

Так, например, *риски прямых финансовых потерь* включают в себя следующие разновидности: биржевой риск, селективный риск, риск банкротства, а также кредитный риск.

Биржевые риски представляют собой опасность потерь от биржевых сделок. К этим рискам относятся: риск неплатежа по коммерческим сделкам, риск неплатежа комиссионного вознаграждения брокерской фирмы и т.п.

Селективные риски (от лат. *selectio* - выбор, отбор) - это риски неправильного выбора способа вложения капитала, вида ценных бумаг для инвестирования в сравнении с другими видами ценных бумаг при формировании инвестиционного портфеля.

Инвестированию капитала всегда сопутствуют выбор вариантов инвестирования и риск. Выбор различных вариантов вложения капитала часто связан со значительной неопределенностью. Например, заемщик берет ссуду, возврат которой он будет производить из будущих доходов. Однако сами эти доходы ему неизвестны. Вполне возможный случай, что будущих доходов может и не хватить для возврата ссуды. В инвестировании капитала приходится также идти на определенный риск, т.е. выбирать ту или иную степень риска. Например, инвестор должен решить, куда ему следует вложить капитал: на счет в банк, где риск небольшой, но и доходы небольшие, или в более рискованное, но значительно доходное мероприятие (селенговые операции, венчурное инвестирование, покупка акций). Для

решения этой задачи надо количественно определить величину финансового риска и сравнить степень риска альтернативных вариантов.

Риск банкротства представляет собой опасность в результате неправильного выбора способа вложения капитала, полной потери предпринимателем собственного капитала и неспособности его рассчитываться по взятым на себя обязательствам.

Одной из особенностей финансовых рисков является зависимость их уровня от времени, поэтому, для точного определения вероятных будущих денежных потоков, например, по инвестиционным проектам в их связи с результатами предыдущих периодов времени, необходимо определить вероятное распределение результатов денежных потоков для каждого периода времени, с учетом возможностей их дисконтирования.

Другой особенностью является формирование такого параметра, как *вероятность наступления ущерба* в результате проведения каких-либо операций в финансово-кредитной и биржевой сферах, совершения операций с фондовыми ценными бумагами, т.е. риска, который вытекает из природы этих операций.

Валютные риски представляют собой опасность валютных потерь, связанных с изменением курса одной иностранной валюты по отношению к другой, в том числе национальной валюте при проведении внешнеэкономических, кредитных и других валютных операций.

Обобщенная структура финансовых рисков, как мы её представляем, приведена на рис.3.2.

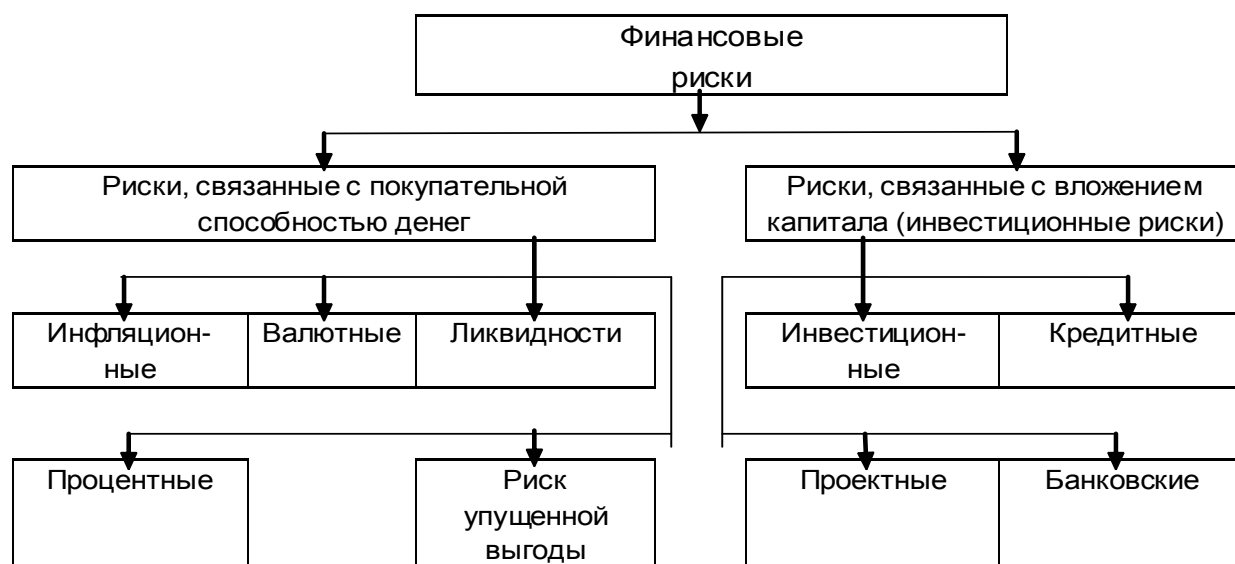


Рисунок 3.2. Система группировки финансовых рисков

Финансовый риск, как и любой риск, имеет математически выраженную вероятность наступления потери, которая опирается на статистические данные и может быть рассчитана с достаточно высокой точностью. Чтобы

количественно определить величину финансового риска, необходимо знать все возможные последствия какого-нибудь отдельного действия и вероятность самих последствий. Вероятность означает возможность получения определенного результата. Применительно к экономическим задачам методы теории вероятности сводятся к определению значений вероятности наступления событий и к выбору из возможных событий самого предпочтительного исходя из наибольшей величины математического ожидания. Иначе говоря, математическое ожидание какого-либо события равно абсолютной величине этого события, умноженной на вероятность его наступления.

Рассмотрим более подробно такой вид финансового риска как инвестиционный, связанный с вложением финансовых средств в активы.

3.3. Инвестиционные риски

Инвестиционные риски связаны с определением риска инвестиционной деятельности. Так как объектом инвестиционной деятельности являются в большинстве своем проекты, программы и портфели инвестиционного типа, то данный риск зависит также от множества проектных характеристик.

Здесь можно выделить риски инвестиций в различные объекты, обладающие разным уровнем и типологией риска (реальные или финансовые объекты) и способу вложения капитала в виде инвестиций, получаемому ущербу для результата (упущенная выгода, снижение доходности, прямые финансовые потери и пр.).

Риски реальных объектов обычно имеют объекты строительства, технологий и другие проекты как объекты инвестирования, т.е. предполагающие получение дохода от вложений средств. В обобщенном виде, такие инвестиционные риски принято называть проектными рисками.

Если объектом инвестирования является объект финансового рынка (ценные бумаги, облигации и другие производные бумаги), то такие инвестиционные риски обычно характеризуют как спекулятивные риски.

Инвестиционный проектный риск (риск инвестиционного проекта). Как экономическая категория, данный тип риска представляет собой вероятность возникновения опасности того, что цели инвестиционного проекта не будут достигнуты в намеченном объеме и в требуемые сроки. Полагая, что вместо ожидаемого состояния среды возникнет худшая ситуация, в результате которой, например, прибыль будет уменьшена на определенную величину, риск обычно рассматривают как меру рассеяния (дисперсию) полученных в результате множественного прогноза оценочных показателей рассматриваемого проекта.

Систематизация факторов, генерирующих проектные риски и определяющие точность проектного управления приведена на рис. 3.3 [5,101].

Если проектными рисками не управлять, то решение дальнейших проблем может быть намного дороже, что ставит под вопрос выполнение проекта. Для управления проектными рисками сформулирована методология PMI PMBOK, Prince2, и другие, где управление рисками сводится к совокупности следующих процессных операций: - идентификация рисков, - анализ рисков, - принятию решений, которые должны максимизировать положительные и минимизировать отрицательные последствия рискованных событий.

Обычно, в бизнес-планах инвестиционных проектов, содержащих раздел анализа рисков, проблема оценки риска проекта сводится только к финансовым рискам или подменяется анализом инвестиционных рисков, что не совсем полно отражает весь спектр проектных рисков.

Для полного анализа проектных рисков обычно применяются целый спектр методов, которые разделяются на качественные (описание всех предполагаемых рисков проекта, а также стоимостная оценка их последствий и мер по снижению) и количественные (непосредственные расчеты изменений эффективности проекта в связи с рисками).

Компонентами риска инвестиционного проекта обычно являются: технические, организационные (риски участников проекта), политические, юридические, экономические, социальные, инвестиционные, финансовые, маркетинговые, экологические, специфические, риски обстоятельств непреодолимой силы и др.

При проведении анализа проектного риска сначала определяются вероятные пределы изменения всех его риск-факторов (или критических переменных), а затем проводятся последовательные проверочные расчеты при допущении, что переменные случайно изменяются в области своих допустимых значений. На основании расчетов результатов проекта при большом количестве различных обстоятельств анализ риска позволяет оценить распределение вероятности различных вариантов проекта и его ожидаемую ценность (стоимость).

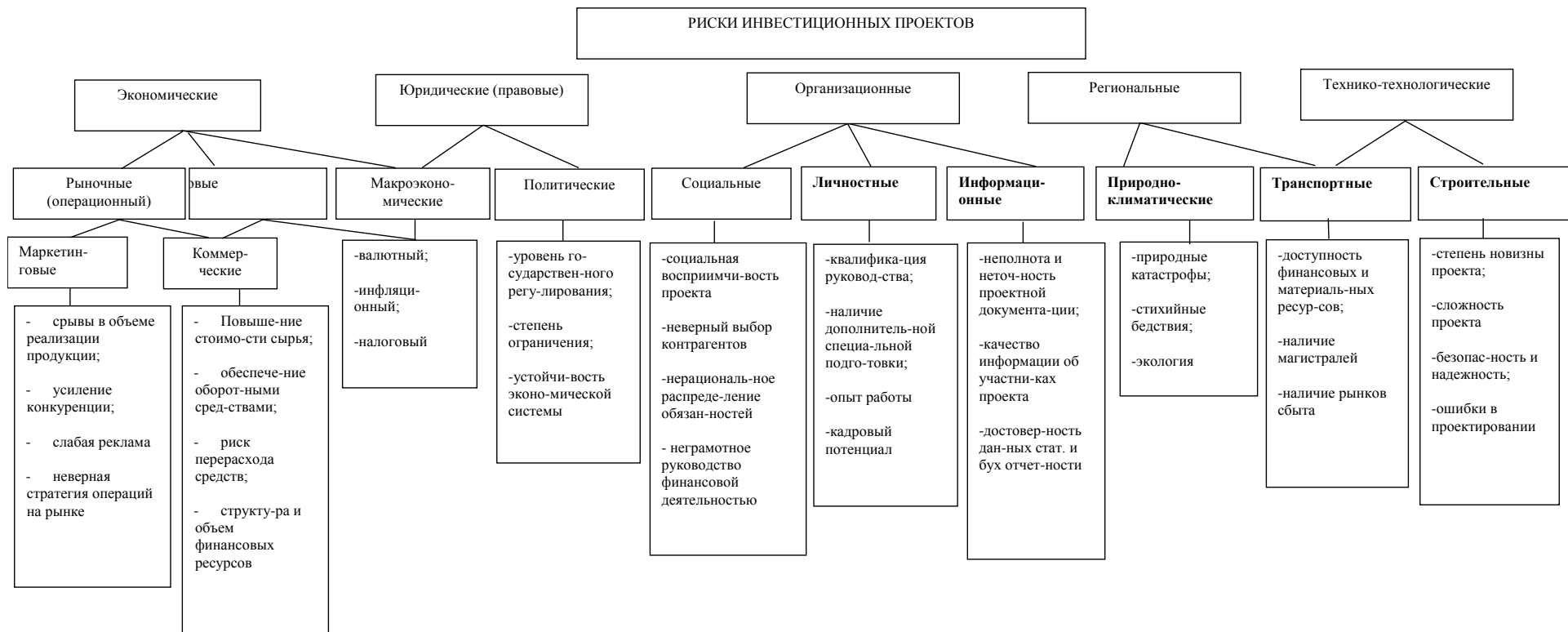


Рисунок 3.3. Классификация факторов риска инвестиционных проектов

В работе [65] увязывается определение риска инвестиционного проекта через систему риск-факторов, т.е. **риск ИП** (R_{un}) – это система факторов, проявляющаяся в виде комплекса рисков (угроз), индивидуальных для каждого проекта и участников, как в количественном так и в качественном отношении, которую можно представить в виде матрицы возможных рисков, вида

$$R_{un} = \begin{pmatrix} R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, \dots, R_{1n} \\ R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, \dots, R_{2n} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ R_{m1}, R_{m2}, R_{m3}, R_{m4}, \dots, R_{mn} \end{pmatrix}$$

В данной матрице возможностей риска, взаимосвязи факторов риска определяют возможные изменения структуры ситуации. На базе элементов матрицы риска можно выделить цепочки наиболее вероятных событий при формировании проекта, либо системы проектов, которые характеризуют портфель проектов. Причем такая цепочка возможных рисков (R_i) может быть описана вектор-строкой матрицы

$$R_i = \{R_{i1}, R_{i2}, R_{i3}, R_{i4}, \dots, R_{in}\}$$

Каждая такая цепочка рисков, да и вся матрица возможных рисков может быть измерена и оценена специальными показателями-измерителями. В качестве таких оценочных показателей, которые могут варьироваться в зависимости от внешней среды обычно рассматриваются – спектр показателей эффективности проекта (NPV , PI , $T_{окуп}$ и др.), а также результативные показатели - прибыль, рентабельность капитала, прирост стоимости имущества и др.

Анализ проектных рисков проводят на базе классификаторов проектных рисков. Однако, сложность систематизации проектных рисков заключается в их многообразии и взаимосвязях друг с другом и другими видами рисков.

Основные группы проектных рисков приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Основные классификационные группы проектных рисков

Классификационный признак	Виды рисков
По формам инвестирования	<p><i>Риски реального инвестирования</i>, связанные с неудачным выбором месторасположения объекта, существенным ростом цен, выбором неквалифицированного подрядчика и т.п.</p> <p><i>Риски финансового инвестирования</i>, связанные с непродуманным подбором финансовых инструментов, банкротством отдельных эмитентов.</p>

По сферам проявления	<p><i>Экономические риски</i>, связанные с изменением экономических факторов.</p> <p><i>Политические риски</i>, связанные с изменением политического курса страны.</p> <p><i>Социальные риски</i>, связанные с социальными сложностями (например, риск забастовок).</p> <p><i>Экологические риски</i>, связанные с экологическими катастрофами.</p> <p><i>Нормативно-законодательные риски</i>, связанные с изменениями законодательства и нормативной базы.</p> <p><i>Другие риски.</i></p>
По источникам возникновения	<p><i>Несистематический риск</i>, присущий конкретному субъекту, зависящий от его состояния и определяющийся его конкретной спецификой и обусловленный:</p> <ul style="list-style-type: none"> • неполнотой или неточностью проектной документации (затраты, сроки реализации проекта, параметры техники и технологии); • неполнотой или неточностью информации о финансовом положении и деловой репутации предприятий-участников (возможность неплатежей, банкротств, срывов договорных обязательств) и др. <p><i>Систематический риск</i>, связанный с изменчивостью рыночной конъюнктуры, не зависящий от субъекта и не регулируемый им и обусловленный:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нестабильностью экономического законодательства и текущей экономической ситуации; • внешнеэкономическими рисками; • возможностью ухудшения политической ситуации, • риском неблагоприятных социально-политических изменений в стране или регионе; • возможностью изменения природно-климатических условий, стихийными бедствиями; • неправильной оценкой спроса, конкурентов и цен на продукцию проекта; • колебаниями рыночной конъюнктуры, валютных курсов и т.п.
По степени ущерба	<p><i>Допустимый риск</i>, связанный с возможностью потери всей суммы расчетной прибыли по инвестиционному проекту.</p> <p><i>Критический риск</i>, связанный с возможностью потери всей суммы расчетного дохода, но сохранена целостность инвестиционного проекта.</p> <p><i>Катастрофический риск</i>, связанный с возможностью потери всех активов инвесторов в результате банкротства организации или стихийных бедствий, ведет к разрушению объекта инвестирования.</p>

Анализ рисков, на самом первом этапе исследования, требует идентифицировать и описать возможные риски для конкретного проекта и

обосновать направления поиска возможных риск-факторов.

В качестве такой процедуры идентификации рисков может быть использована следующая классификация рисков:

- технико-технологические (незащищенность разработки патентом, несоответствие технологии современным достижениям науки и техники, приобретение морально устаревшего оборудования);
- производственные (аварии, отказы оборудования, производственный брак);
- строительные (несвоевременное и некачественное выполнение строительных работ, превышение сметы расходов на строительные работы);
- маркетинговые (неправильная оценка спроса, конкурентов и цен на продукцию проекта);
- финансовые (несвоевременное и неполное финансирование проектных работ);
- риски участников проекта (неопределенность и несогласованность целей, интересов и поведения участников инвестиционного проекта, риск невыполнения договорных обязательств);
- политические (риск неблагоприятных политических изменений в стране);
- правовые (риск неблагоприятного изменения законодательства);
- организационно-управленческие (риск, связанный с неправильным подбором кадров, с ошибочно принятыми управленческими решениями, с неправильно организованной работой по выполнению проектных работ);
- социальные (риск, обусловленный низким уровнем мотивации кадров);
- экологические (возможность нанесения ущерба окружающей среде);
- форс-мажорные;
- специфические (в том числе региональные и отраслевые).

С учетом сложившейся реальной практики проектной деятельности наиболее часто встречаются следующие виды рисков:

- риск, связанный с нестабильностью экономического законодательства и текущей экономической ситуации, условий инвестирования и использования прибыли;
- колебания рыночной конъюнктуры, цен, валютных курсов и т.п.;
- риск неблагоприятных социально-политических изменений в стране и регионе;
- неопределенность природно-климатических условий, возможность стихийных бедствий;
- внешнеэкономический риск (возможность введения ограничений на

торговлю и поставки, закрытие границ и т.п.);

- неполнота или неточность информации о динамике технико-экономических показателей, параметрах новой техники и технологии;
- производственно-технологический риск (аварии и отказы оборудования, производственный брак и т.п.);
- риски участников проекта (неопределенность целей, интересов и поведения участников);
- неполнота или неточность информации о финансовом положении и деловой репутации предприятий-участников (возможность неплатежей, банкротств, срывов договорных обязательств).

Следует отметить, что при выявлении и определении каждого риска необходимо:

- выделять простые виды риска (элементарные типы риска);
- исследовать и оценивать взаимно независимые риски, несмотря на возможное наличие их взаимосвязи и корреляции между риск-факторами (наличие корреляции в одних рисках вызывают изменения в других зависимых рисках);

- при выявлении рисков, их необходимо отнести к одной из трех категорий: управляемые риски, условно управляемые риски и неуправляемые риски (это позволит более эффективно разрабатывать мероприятия по управлению идентифицированными рисками).

В работе [101] обобщается классификация рисков инвестиционных проектов по следующей системе признаков систематизации (рис.3.4).



Рисунок 3.4. Обобщенная классификация инвестиционных проектных рисков [101]

Анализ рисков по сфере возникновения позволяет разделить их на следующие группы (табл.3.3).

Таблица 3.3. Классификация внешних и внутренних рисков предприятия

ВНЕШНИЕ	ВНУТРЕННИЕ
<p><u>Политические</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - политическая нестабильность - изменение в налогообложении и налоговой политике государства - степень ограничения монополизма - устойчивость экономической системы - уровень государственного регулирования - изменение торгово-политического режима и таможенной политики - тарифные соглашения <ul style="list-style-type: none"> - неожиданные государственные меры регулирования в сфере материально-технического снабжения, проектных нормативов и землепользования 	<p><u>Личностные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - квалификация руководителей и ведущих специалистов - наличие дополнительной специальной подготовки рабочих и служащих - нехватка квалифицированной рабочей силы - отсутствие опыта работы с данным оборудованием местного персонала <ul style="list-style-type: none"> - срыв сроков строительных работ подрядчиками <p><u>Экономические</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - снижение объемов реализации - снижение цен реализации - нерациональное использование ресурсов - повышение стоимости сырья, энергии и комплектующих - обеспеченность оборотными средствами - увеличение стоимости оборудования - рост расходов на заработную плату
<p><u>Макроэкономические</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - степень достоверности макроэкономической информации - рост темпа инфляции - изменение валютных курсов - ограничение экспортно-импортных операций - неустойчивость экономики - инфляционный рост цен. <p><u>Региональные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень доходов населения - банковский кризис - географическое и социально-экономическое положение <p><u>Природно-климатические</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - природные катастрофы - стихийные бедствия <p><u>Экологические</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень вредных отходов - охрана окружающей среды - ухудшение экологии - 	<p><u>Организационные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - квалификация руководителей и ведущих специалистов - кадровый потенциал компании - социальная восприимчивость проекта - неэффективное управление персоналом - ошибки в разработке маркетинговой политики - неверный выбор кредиторов, поставщиков, подрядчиков - нерациональное распределение прав и ответственности в системе управления - ошибки в оценке менеджмента и рабочей силы - ошибки в оценке качества сырья, запасов затрат - срыв поставок сырья, стройматериалов, комплектующих - неграмотное руководство финансовой деятельностью

<p style="text-align: center;"><u>Социальные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - наличие этнических и религиозных конфликтов - уровень преступности - отношение населения к формам собственности - отношение населения к предпринимательству <p style="text-align: center;"><u>Юридические (правовые)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - защита конкуренции - степень совершенства законодательной базы - ответственность за нарушение контрактных обязательств - лицензионная политика - недостаточность урегулирования вопросов налогообложения - противоречивость нормативно-правовых актов (НПА) - изменение НПА 	<p style="text-align: center;"><u>Информационные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - неполнота и неточность проектной документации - неполнота и неточность информации о финансовом положении и деловой репутации предприятий-участников проекта - качество системы организационно-управленческой документации - достоверность данных стат. и бух. отчетности <p style="text-align: center;"><u>Коммерческие</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - некачественность коммерческих сделок - недобросовестность партнеров - недобросовестность поставщиков - изменение клиентуры - доля компании на рынке
<p style="text-align: center;"><u>Торговые</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - количество потенциальных покупателей и заказчиков - неплатежи и иное невыполнение обязательств покупателями и заказчиками - изменение требований потребителей <p style="text-align: center;"><u>Транспортные</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - наличие транспортных магистралей для поставки сырья и вывоза готовой продукции <p style="text-align: center;"><u>Рыночный (операционный)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - усиление конкуренции - потери позиции на рынке - надежность контрагентов - снижение цен на данный вид продукции на мировом рынке 	<p style="text-align: center;"><u>Технико-технологические</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - технологический потенциал проекта - новизна технологий и продукции - обеспеченность основными средствами - качество и конкурентоспособность продукции - безопасность и надежность - ресурсные - жесткость требования к ресурсам - несоблюдение производственных нормативов - нарушение запланированного ритма деятельности - шибки в проектировании - недостатки в технологии, - неправильный выбор оборудования
<p style="text-align: center;"><u>Валютный</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - принудительное изменение валюты кредита - сокращение лимита валюты - колебания валютных курсов - рост стоимости ресурсов на рынке капитала 	<p style="text-align: center;"><u>Финансовые</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - упущенная выгода - структура и объем финансовых источников - снижение доходности - процентные риски - имущественные риски - риски снижения ликвидности и платежеспособности - состояние финансовой системы - риск перерасхода средств

	<ul style="list-style-type: none"> - сбои в создании эффективного финансового механизма - нарушение в оперативном управлении финансами - недоработки в финансовой политике - недоступность необходимых финансовых ресурсов на приемлемых условиях - риск невыполнения обязательств кредиторами - приостановление (прекращение) использования кредита - ужесточение сроков возврата кредита и выплаты процентов повышение издержек производства
	<p style="text-align: center;"><u>Юридические (правовые)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ошибки в лицензиях - несоблюдение патентных прав - несоблюдение стандартов и нормативов - ошибки в подготовке и заключении договоров - риск невыполнения контрактов - судебные процессы с внешними партнерами - качество оформления договоров - нечеткое оформление документов <p style="text-align: center;"><u>Маркетинговые</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - свертывание рынков сбыта - изучение потребителя, исследование мотивов поведения - анализ рынка предприятия - анализ форм и каналов реализации - исследование рекламной деятельности - неправильный выбор рынков сбыта продукции - неверное определение стратегии операций на рынке - неточный расчет емкости рынка - неправильное определение мощности производства - непродуманность сбытовой сети - задержка в выходе на рынок <p style="text-align: center;"><u>Строительные риски</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - задержки в строительстве - невыполнение обязательств поставщиком, дефекты в оборудовании, технологии - срывы сроков строительства по вине подрядчика

3.4. Банковские риски

Риск банковской деятельности связана с экономической деятельностью таких объектов как банк и означает вероятность того, что фактическая прибыль банка окажется меньше запланированной, ожидаемой. Чем выше ожидаемая прибыль, тем выше риск. В обобщенном виде, взаимосвязь между доходностью операций банка и риском может отобразить прямой зависимостью.

Базовыми причинами возникновения банковских рисков являются:

- нестабильная динамика мировой и национальной экономики (падение производства, финансовая неустойчивость, банкротство и пр.);
- неустойчивое политическое положение;
- отсутствие или несовершенство законодательных актов, несоответствие между правовой базой и реально существующей ситуацией;
- инфляция, и др.

Под воздействием этих внешних факторов возникают *общие банковские риски*. Риски же, которые непосредственно связаны со спецификой деятельности кредитных учреждений, принято называть *специфическими*.

Общие банковские риски можно разделить на: инфляционные, политические, отраслевые, риски региона или страны, риски финансовой устойчивости заемщиков. Эти риски могут оказывать серьезное влияние на финансовое положение банка.

К *специфическим банковским рискам* можно отнести также следующие: кредитный, процентный и валютный риски, риск несбалансированной ликвидности.

В литературе, выделяют также еще одну группу банковских рисков, которые хотя и связаны с деятельностью конкретного коммерческого банка, но не являются исключительно банковскими. Это: - операционные риски, возникающие при заключении сделок и при оформлении операций, - юридические риски, который проявляются при нестабильном банковском законодательстве.

Группировка банковских рисков проводится по различным видам банковских операций: риск расчетных операций, кредитный риск, риск операций с иностранной валютой, риск депозитных операций, риск операций банка с ценными бумагами, учитывающие возможности аккумуляции рисков по отдельным видам банковских операций.

В литературе имеется множество различных классификаций банковских рисков. Различаясь положенными в их основу критериями эти классификации роднит то, что во всех группировках, базовыми являются -

кредитный и процентный риски. Обобщенная систематизация банковских рисков приведена в табл.3.4.

Таблица 3.4. Классификация банковских рисков

Критерии систематизации	Вид банковского риска
Сфера действия рисков	<p>1. Внутренние риски:</p> <ul style="list-style-type: none"> • кредитные риски • процентные риски • валютные риски • рыночные риски • риски финансовых услуг • прочие риски <p>2. Внешние риски (международные, страновые, республиканские, региональные):</p> <ul style="list-style-type: none"> • страховые риски • риски стихийных бедствий • правовые (законодательные) риски • конкурентные риски • политические риски • социальные риски • экономические риски • финансовые риски • риски перевода • организационные риски • отраслевые риски <p>прочие риски</p>
Состав клиентов банка	Кредитоспособность клиента - мелкого - среднего - крупного
Масштабы рисков	Общие - клиента - банка
Частные (от отдельных операций)	
Степень (уровень риска)	- полные - умеренные - низкие
Распределение рисков во времени	- прошлые (ретроспективные) - текущие - будущие (перспективные)
Характер учета операций	- балансовые - забалансовые
Возможность регулирования	- открытые - закрытые

1. *Внутренние банковские риски* возникают в результате деятельности самих банков и зависят от проводимых операций. Соответственно банковские риски делятся:

- связанные с активами (кредитные, валютные, рыночные, расчетные, лизинговые, факторинговые, кассовые, риск по корреспондентскому счету, по финансированию и инвестированию и др.)
- связанные с пассивами банка (риски по вкладным и прочим депозитным операциям, по привлеченным межбанковским кредитам)
- связанные с качеством управления банком своими активами и пассивами (процентный риск, риск несбалансированной ликвидности, неплатежеспособности, риски структуры капитала, леввереджа, недостаточности капитала банка)
- связанные с риском реализации финансовых услуг (операционные, технологические риски, риски инноваций, стратегические риски, бухгалтерские, административные, риски злоупотреблений, безопасности).

2. *Внешние риски* в своей совокупности обычно характеризуются также пространственным аспектом, означающим, что различным (регионам республикам), разным странам или группам стран в каждый данный момент присущи особое сочетание и специфическая мера остроты внешних рисков, обуславливающие особую привлекательность или непривлекательность данного региона или данной страны с точки зрения банковской деятельности. Понятие «страновой (региональный) риск» означает только территориальный аспект возникновения риска.

3. *Риски состава клиента* связаны с разными требованиями по кредитным операциям мелкого, среднего и крупного клиента. Так, например, мелкий клиент в большей степени зависит от динамики рыночной конъюнктуры. А значительные кредиты, выданные крупному клиенту или группе связанных клиентов, могут являться причиной банковских банкротств.

4. *По степени банковского риска*, как видно из классификации, определяется тремя понятиями: полный, умеренный и низкий риски.

Полный риск предполагает потери, равные банковским вложениям в операцию. Например, потерянный кредит обладает полным, то есть 100-процентным, риском.

Умеренный риск возникает при невозврате части (до 30%) основного долга или процентов по ссуде, при потере лишь части суммы по финансовым и другим операциям банка. Это допустимый риск и полученная прибыль банка позволяет покрыть допущенные потери и даже иметь доход.

Низкий риск - незначительный риск, позволяющий банку не только покрыть потери, но и получить высокие доходы.

5. По возможности регулирования риска, они бывают открытые и закрытые. Открытые риски не поддаются или слабо поддаются предупреждению и минимизации, закрытые же, наоборот, дают для этого хорошие возможности.

6. По характеру учета операций, риски можно разделить по типу (виду банка). От приоритетных операций банка зависит характерный набор рисков, которые отличаются основными зонами риска, размерами, приоритетными направлениями и по-разному характеризуют виды банковской деятельности. Так, например, для банков, широко занимающихся аккумуляцией свободных денежных средств и их размещением среди других кредитных учреждений, определяющими будут риски по вкладным и депозитным операциям и по возможному невозврату межбанковских кредитов.

7. По степени банковского риска выделяют полный, умеренный и низкий риск в зависимости от расположения по шкале рисков. Степень банковского риска характеризуется вероятностью события, ведущего к потере банком средств по данной операции. Она выражается в процентах или определенных коэффициентах.

Особенностью нахождения степени банковского риска является его индивидуальная величина, связанная с принятием на себя конкретного риска по конкретной банковской операции. Во многом она определяется субъективной позицией каждого банка.

Приведенная классификация и элементы, положенные в основу экономической классификации, имеют целью не столько перечисление всех видов банковских рисков, сколько демонстрацию наличия определенной системы, позволяющей банкам не упускать отдельные разновидности при определении совокупного размера рисков в коммерческой и производственной сфере.

Банковские кредитные риски. В банковской сфере, кредитный риск - это возможность возникновения убытков вследствие неоплаты или просроченной оплаты клиентом своих финансовых обязательств. Кредитному риску подвергается как кредитор (банк), так и кредитозаемщик (предприятие). Под кредитным риском понимают возможность того, что компания не сумеет погасить свои долги вовремя и полностью. Таким образом, кредитный риск банка можно определить также и как риск, связанный с неплатежами по обязательствам и может быть определен как неуверенность кредитора в том, что заемщик будет в состоянии и будет намереваться выполнить свои обязательства по

возврату и оплате займа средств в соответствии со сроками и условиями кредитного соглашения.

Кредитный риск для банков складывается из сумм задолженности заемщиков по банковским ссудам, а также из задолженности клиентов по другим сделкам. Избежать кредитный риск позволяет тщательный отбор заемщиков, анализ условий выдачи кредита, постоянный контроль за финансовым состоянием заемщика, его способностью (и готовностью) погасить кредит. Выполнение всех этих условий гарантирует успешное проведение важнейшей банковской операции - предоставление кредитов.

Компании также могут подвергаться определенному кредитному риску в своих операциях с банком. Если компания имеет много свободных средств, которые она помещает на банковский депозит, то при возникновении риска ликвидации банка компания потеряет большинство своих вкладов. Также существует процентный риск при размещении слишком большого депозита в одном банке, ибо этот банк, осознавая, что компания является регулярным вкладчиком, может не предложить такую же высокую ставку процента по новому вкладу, которую компания могла бы получить в другом банке.

Подверженность кредитному риску существует в течение всего периода кредитования. При предоставлении коммерческого кредита риск возникает с момента продажи и остается до момента получения платежа по сделке. При банковской ссуде период подверженности кредитному риску приходится на все время до наступления срока возвращения ссуды. Величина кредитного риска - сумма, которая может быть потеряна при неуплате или просрочке выплаты задолженности. Максимальный потенциальный убыток - это полная сумма задолженности в случае ее невыплаты клиентом. Просроченные платежи не приводят к прямым убыткам, а возникают косвенные убытки, которые представляют собой издержки по процентам (из-за необходимости финансировать дебиторов в течение более длительного времени, чем необходимо) или потерю процентов, которые можно было бы получить, если бы деньги были возвращены раньше и помещены на депозит. Несмотря на то что кредитный риск велик для кредитов компаниям, находящимся в сложном положении, банки все же вынуждены предоставлять эти кредиты, дабы не терять возможные прибыли. Когда экономика находится в самой низкой точке спада, то кредитный риск при принятии решения о кредитовании значительно меньше чем в случае экономического бума. Это связано с тем, что если компания получает прибыли в период рецессии, то, по всей видимости, в перспективе, когда экономические условия улучшатся, она выживет и будет процветать.

Компании, превышающие нормальный объем продаж, имеют высокую степень риска. Чрезмерный объем продаж (овертрейдинг) возникает в случае, когда кампания очень высока оценивает свои ресурсы и пытается поддержать слишком большой объем деловой активности при недостаточных источниках финансирования. Предприятие, которое все больше зависит от краткосрочных кредитов, оттягивая сроки платежей поставщикам по налоговым счетам, в конце концов может испытать кризис притока денежных средств.

Компании, затраты которых в основном постоянны, способны извлечь выгоду из значительного увеличения прибыли при повышении объема продаж, но они уязвимы при любом спаде темпов продаж. В этом случае поступлений будет меньше, а затраты останутся на прежнем уровне. В результате прибыль и поступления денежных средств снизятся. Можно сказать, что компании, которые имеют высокие постоянные затраты и действуют на рынке с переменным объемом продаж, обладают высокой степенью кредитного риска. Компании с чрезмерными обязательствами по инвестированию обладают высоким кредитным риском.

ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

Управление риском можно охарактеризовать как совокупность методов, приемов и мероприятий, позволяющих в определенной степени ***прогнозировать наступление рискованных событий и принимать меры к исключению или снижению отрицательных последствий наступления таких событий.***

Управление рисками представляет собой специфическую сферу экономической деятельности, требующую глубоких знаний в области анализа хозяйственной деятельности, методов оптимизации хозяйственных решений, страхового дела, психологии и многого другого. Основная задача предпринимателя в этой сфере – найти вариант действий, обеспечивающий оптимальное для данного проекта сочетание риска и дохода, исходя из того, что чем прибыльнее проект, тем выше степень риска при его реализации.

Таким образом, управление риском - это профессиональный вид деятельности, который выполняют профессиональные институты, страховые компании, а также менеджеры по риску, специалисты по страхованию.

Их задачами являются: ***обнаружение зон (областей) повышенного риска; оценка степени риска; анализ приемлемости данного уровня риска для организации; разработка мер по предупреждению или***

снижению риска; в случае, когда рискованное событие произошло, принятие мер к максимально возможному возмещению причиненного ущерба.

Среди основных **принципов управления риском** можно выделить следующие:

- **нельзя рисковать больше, чем это может позволить собственный капитал;**
- **необходимо думать о последствиях риска;**
- **нельзя рисковать многим ради малого.**

Первый принцип требует, чтобы предприниматель:

- определил максимально возможный объем убытка в случае наступления рискованного события;
- оценил, не приведут ли убытки к банкротству предприятия.

Второй принцип. Зная максимально возможную величину убытка, принять решение о принятии риска на свою ответственность, передаче риска на ответственность другому лицу (случай страхования риска) или об отказе от риска (т.е. от мероприятия).

Третий принцип требует соизмерения ожидаемого результата (прибыли) с возможными потерями в случае наступления рискованного события.

Из сказанного следует, что основными приемами управления риском являются **избежание риска, снижение степени риска, принятие риска.**

Избежание риска означает отказ от мероприятия, связанного с риском. Но при этом, могут иметь место потери от неиспользованных возможностей.

Снижение степени риска предполагает снижение вероятности и объема потерь. Например, передача риска страховой компании, диверсификации портфеля ценных бумаг.

Принятие риска означает оставление всего или части риска за предпринимателем. В этом случае предприниматель принимает решение о покрытии возможных потерь собственными средствами.

Выбор того или иного приема управления риском осуществляется на основе следующий **основных правил:**

- максимум выигрыша, максимальный результат при приемлемом риске;
- оптимальное сочетание выигрыша и величины риска, т.е. вариант, у которого соотношение дохода и потерь наибольшее;
- оптимальная вероятность результата, т.е. выбор варианта, у которого выигрыш максимальный.

4.1. Подходы по управлению экономическими рисками

В обобщенном виде, процесс управления рисками обычно включает в себя следующие операционные этапы: - выявление риска, - оценка риска, - управления риском.

Этап «Выявление риска» определяются факторы внешней и внутренней среды, которые могут привести к возникновению неблагоприятных ситуаций, которые могут снизить эффективность деятельности и развития экономической системы. Здесь же исследуются условия возникновения риск-факторов, их взаимосвязь, сила и направление возможных рисков и чувствительность рисков к воздействию факторов.

На этапе «Оценка риска» применяется совокупность процедур анализа риска, идентификации источников возникновения риска, определения возможных масштабов последствий проявления факторов риска и определения роли каждого из факторов в общем профиле риска. Процесс оценки риска базируется на изучении предприятия и его внешней среды, составление цепочек развития событий при действии тех или иных факторов риска, определении показателей оценки уровня риска, а также на обосновании механизмов и моделей взаимосвязи показателей и факторов риска.

На основе полученной оценки уровня риска можно упорядочить виды риска по критерию значимости. либо, после выбора предпочтительного варианта управления риском строится механизм управления риском.

Процедура «Управление риском» включает в себя операции по разработке и реализации экономически обоснованных мероприятий, направленных на управление риском, в качестве которых используются различные способы и методы снижения уровня риска или размера ущерба от риска.

В работе [92] дается обзор методологии управления рисками по Стандарту AS/NZS 4360:2004 [91]. приводятся характеристики этапов управления.

Конечной целью управления риском является получение наибольшей прибыли при оптимальном, приемлемом для предпринимателя соотношении прибыли и риска.

Управление риском предполагает выполнение следующих этапов: (рис. 4.1).

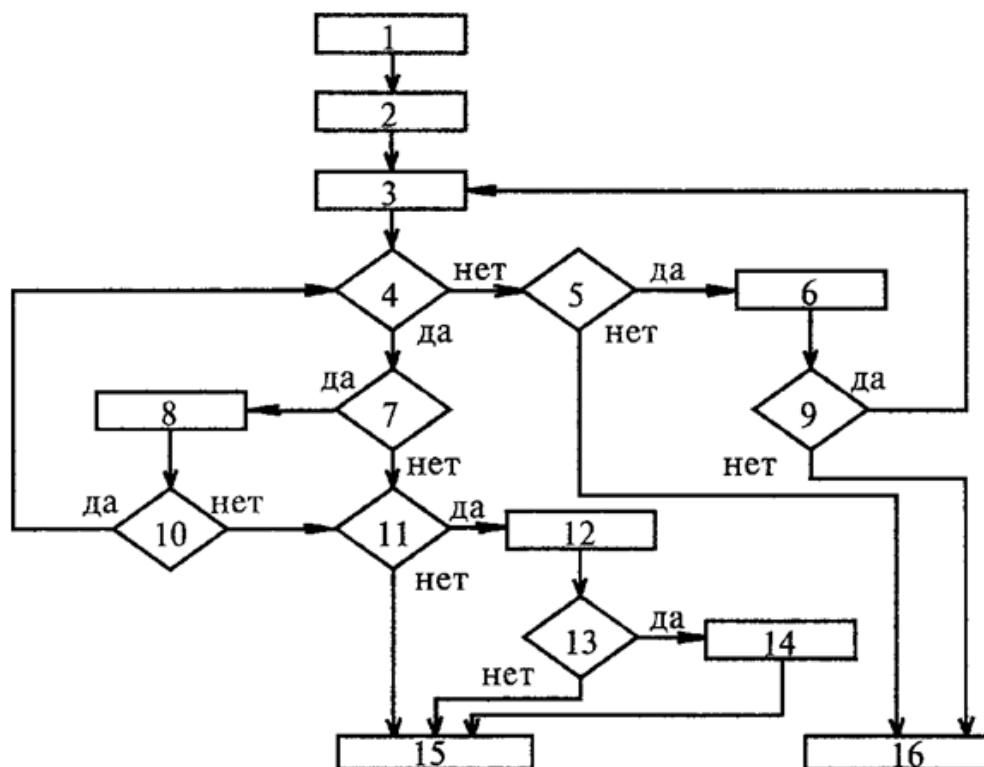


Рисунок 4.1. Блок-схема процесса управления риском

1 — сбор и обработка данных, 2 — качественный анализ риска, 3 — количественная оценка риска, 4 — оценка приемлемости риска, 5,11 — оценка возможности снижения риска, 6, 12 — выбор методов и формирование вариантов снижения риска, 7 — оценка возможности увеличения риска, 8 — формирование и выбор вариантов увеличения риска, 9, 13 — оценка целесообразности снижения риска, 10 — оценка целесообразности увеличения риска, 14 — выбор варианта снижения риска, 15 — реализация ситуации (принятие риска), 16 — отказ от реализации ситуации (избежание, риска)

1. Сбор и обработка данных.

2. Качественный анализ информации предполагает выявление источников и причин риска, этапов и работ, при выполнении которых возникает риск; выявление практических выгод и негативных последствий и т.д.

3. Количественный анализ предполагает определение вероятности наступления риска и его последствий, определение допустимого уровня риска.

Наиболее распространенными методами количественной оценки риска являются статистические методы и методы экспертных оценок.

Суть статистических методов заключается в том, что изучается статистика потерь и прибылей, имевших место в данной области, и составляется наиболее вероятный прогноз на будущее. Данные методы требуют наличия значительного массива данных и соответствующего математического сопровождения.

Использование методов экспертных оценок заключается в получении количественных оценок риска на основании обработки мнений опытных предпринимателей или специалистов.

4. Меры по устранению и минимизации риска включают следующие шаги:

- оценку приемлемости полученного уровня риска;
- оценку возможности снижения риска или его увеличения при повышении ожидаемой отдачи;
- выбор методов снижения (увеличения) рисков.

С точки зрения экономического подхода, наибольшую доходность, как правило, приносят рыночные операции с повышенным риском. Поэтому желание получения повышенной доходности должно подкрепляться комплексом мер по эффективному управлению риском.

При управлении рисками в экономике, как и в других сферах, следует различать стратегию и тактику управления риском.

Стратегия – направления и способы использования средств для достижения поставленной цели.

Тактика – практические методы и приёмы реализации выбранной стратегии.

Основные методы управления рисками в экономике представлены на рис. 4.2.



Рисунок 4.2. Методы и приёмы управления рисками

Рассмотрим подробнее содержание методов управления рисками, представленных на рис. 4.2.

1. Принятие риска на себя, т.е. покрытие убытков за счёт собственных ресурсов. Обычно происходит само собой вследствие отсутствия системы управления рисками.

2. Уклонение от риска. Это молоперспективный подход, поскольку в современных условиях экономической деятельности избежать или уклониться от рисков практически невозможно.

3. Учёт риска при финансировании проекта. В большинстве случаев разработки бизнес-планов рискам движения финансовых потоков с учётом привлекаемых внешних условий финансирования уделяется немало внимания.

4. Получение дополнительной информации. Безусловно полезное мероприятие, эффективность которого может быть ограничена недостаточной оперативностью и повышенными затратами а также недостаточной достоверностью.

5. Качественное управление риском (экспертные оценки состояний и экспертные предложения мер воздействия). В деятельности крупных международных кампаний более 60% кардинальных решений основывается на мнении экспертов без использования современных математизированных средств поддержки управленческих решений по причине сложной постановки рассматриваемых вопросов и вследствие недостаточной разработки математических методов а также из-за отсутствия достоверной и представительной статистики.

6. Резервирование средств (аналог самострахования). Весьма разумное средство снижения финансовых рисков, которое может иметь отрицательные последствия, т.к. зачастую приводит к существенному уменьшению экономической эффективности вследствие снижения оборачиваемости средств.

7. Имитирование (борьба с перерасходом и как следствие – устранение разрывов в плановом финансировании). Это средство усиления дисциплины финансирования бизнес-проекта, предполагающее введение ограничений в промежуточных точках реализации проекта, что снижает риски перерасхода средств на его заключительном этапе.

8. Хеджирование – максимальное снижение валютного риска за счёт покупки валюты на форвардном рынке. По сути дела это будущая покупка валюты по установленной в данное время будущей цене, достаточно распространённая операция для тех субъектов экономических отношений, которым нужна валюта.

9. Страхование – перенос риска на страховщика за определённую плату. Данная операция весьма распространена на практике, тем более, что во многих случаях её использование является обязательным,

например, страхование транспортных средств, как источников повышенной опасности.

10. Диверсификация – дословно это увеличение числа возможных ситуаций развития проблемы, т.е. расширяется общее количество возможных версий с набором возможных параметров описания каждой альтернативы. Считается, что методология управления рисками через диверсификацию рискованных ситуаций является наиболее эффективным средством снижения экономических рисков и имеет строгое математическое обоснование. Однако использование этого средства требует понимания целого ряда специфических моментов, не учитывая которых можно получить отрицательный эффект.

Как видно, каждый этап процедуры управления рисками может быть выполнен различными способами, с привлечением разных методов и подходов.

Рассмотрим некоторые подходы к систематизации общих методов управления рисками.

4.2. Классификация методов и приёмов управления рисками

Одно из направлений систематизации методов управления рисками подробно рассмотрены в работах [89,91,92,99,101]. Обычно, базовые методы управления риском разделяются на следующие группы (рис. 4.3):

- методы уклонения от риска;
- методы локализации риска;
- методы диссипации риска;
- методы компенсации риска.

Методы уклонения от риска наиболее распространены в экономической деятельности за счет применения мероприятий минимизирующих наступление разного вида рисков (отказываются от услуг ненадежных партнеров, работают только с надежными контрагентами, отслеживают поставки сырья, материалов и комплектующих, и пр.). При этом хозяйствующие субъекты отказываются от проектов и процессов, которые не являются заведомо высокоэффективными.

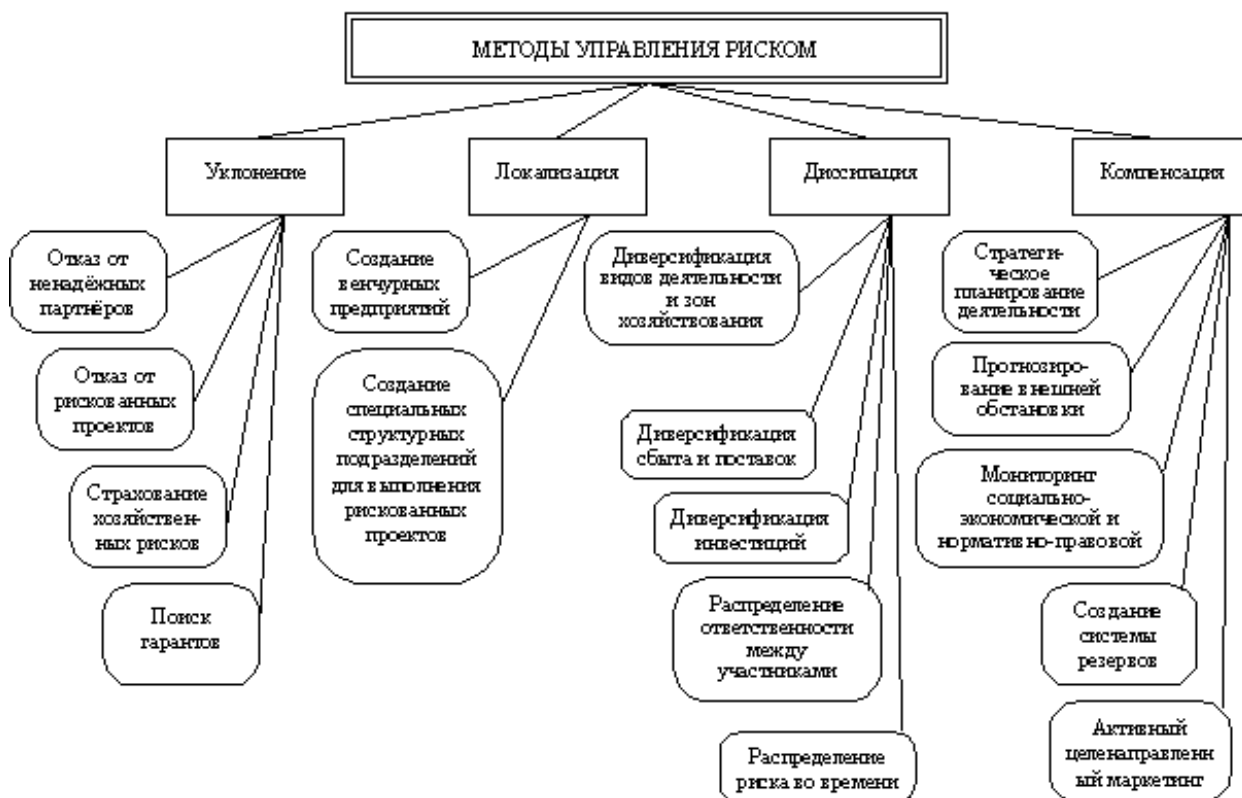


Рисунок 4.3. Классификация методов управления риском

Другие возможности уклонения от риска состоят в попытке перенести риск на третьих лиц. С этой целью прибегают к методу *страхования риска* или *поиску «гарантов»*, полностью перекладывая на них свой риск.

Метод страхования вероятных потерь, возникающих при наступлении рискованных ситуаций позволяет защититься от неудачных решений и повышает ответственность менеджмента при разработке и принятию решений в условиях риска, делая упор на формирование превентивных защитных механизмов.

Однако, методология управления в виде страхования не может быть применима для значительного количества рискованных ситуаций, с которыми сталкиваются производственные предприятия. В частности, это производство инновационных продуктов, технологий и услуг, так как страховые компании не имеют статистических данных для проведения актуарных расчетов, и не могут определить адекватную величину премии за риск и потому не страхуют эти виды рисков. Если оценили наступающий риск как нестрахуемый, то необходимо рассмотреть иные методы управления для нейтрализации риска.

Метод поиска гаранта используется всеми типами предприятий, но с различными субъектами гарантий. Например, малые предприятия просят выступить гарантом крупные компании, в том числе банки, контрагентов, страховые общества, и пр.), Крупные компании сами обычно ищут гарантий у органов государственного управления на региональном или

федеральном уровне. Если находится обоюдный интерес (экономический) в размере и типе премии для гаранта и уровне защищенности от рисков ситуаций для предприятия, то гарантия дается. Здесь необходимо сопоставить плату за риск и приобретаемые выгоды. Для этого требуется структурировать рисковую ситуацию, провести её анализ, оценить, сформировать возможные альтернативы и их параметры, и сопоставить варианты, дающие разный уровень экономической устойчивости и надежности функционирования предприятия.

Методы локализации риска используют тогда, когда можно определить и идентифицировать источники риска. Анализ источников риска позволит выделить приоритеты риска по угрозам и уровню ущерба и определить наиболее опасные ситуации, риски которых в наибольшей степени могут повлиять на результативность. Если взять под контроль такой риск, то можно сформулировать стратегию управления рисками и понизить уровень общего риска предприятия. Такой метод обычно применяют на крупных производственных предприятиях при внедрении инновационных проектов, освоении новых видов продукции, экономический эффект от внедрения которых вызывает большие сомнения. Это ситуации, в которых требуются интенсивные и дорогостоящие НИОКР, уникальное оборудование, либо еще не апробированных ноу-хау. Для реализации высокорисковых проектов может применяться технология *венчурных* (рискованных) предприятий. Часть проекта с рискованной технологией передается небольшой автономной фирме, которая берет на себя всю тяжесть рисков проекта. При этом, сохраняются условия для привлечения научного, экономического и технического потенциалов базового предприятия. Иногда, функции венчурного предприятия возлагают на выделенное в структуре предприятия специальное подразделение, с выделенным учетом по балансу.

Методы диссипации (распределения) риска представляют методы распределения общего риска через интеграцию с другими участниками, имеющими общий экономический интерес (с разной степенью интеграции). Предприятие может уменьшить уровень своего риска, привлекая к решению общих проблем партнеров, контрагентов и других заинтересованных лиц. В рамках такой интеграции создаются корпоративные компании, финансово-промышленные группы; предприятия могут вступать в различные консорциумы, ассоциации, концерны. Такие интегрированные экономические системы имеют большие возможности по управлению рисками и дают еще синергетический эффект, который также позволяет компенсировать риски [5,8].

В некоторых случаях бывает возможным *распределение общего риска по времени или по этапам* жизненного цикла проекта (обычно долгосрочного проекта) или стратегической ситуации. К этой же группе методов управления риском относятся различные варианты метода диверсификации:

- *диверсификация деятельности* – в виде увеличения числа используемых или готовых к использованию технологий, расширения ассортимента продукции, ориентация на различные группы потребителей, или рыночные сегменты и пр.;

- *диверсификация рынка сбыта* - работа на несколько рыночных сегментов с возможным распределением рисков между ними;

- *диверсификация закупок сырья и материалов* – работа со многими поставщиками сырья, материалов и комплектующих с возможностью быстрого переключения на поставщиков с низким риском поставки.

Представленные варианты метода диверсификации позволяют снизить последствия риска, но организационно сложны при управлении подразделениями, которые занимаются данными функциями. Данный метод требует хорошо налаженную систему сбора и анализа рыночной информации, которая для диссипации риска, должно систематически контролировать такие показатели, как количество партнеров и доля каждого из них в общем объеме закупок и поставок данного предприятия, стимулируя постоянное расширение круга партнеров и равномерность распределения объемов материальных потоков между ними и предприятием.

- *диверсификация инвестиций* – обычно применяется при формировании инвестиционного портфеля предприятия. Учитывая принципы диссипации риска, данный метод рекомендует инвестирование в несколько проектов с небольшой капиталоемкостью, по сравнению с инвестициями в единственный проект, хотя и с большей доходностью.

Для уменьшения риска при работе с одним крупным проектом, желательно распределить и рассредоточить риск с партнерами, которых необходимо заранее определить. При этом, необходимо согласовывать интересы, условия, размер инвестиций и ответственность каждого участника. Такой подход еще определяют как развитие метода «локализации риска», позволяющего корректировать свои действия по управлению общим риском. Аналогичные варианты диверсификации возможны и для управления рисками на иных направлениях деятельности предприятия.

Методы компенсации риска – представляют собой механизмы предупреждения риска. По виду воздействия эти методы относят к *упреждающим методам управления*, они более трудоемки, требуют

большой предварительной работы по анализу рискованных ситуаций в рамках системы стратегического планирования предприятия. Полученная информация может снять большую часть неопределенности ситуации, позволяет прогнозировать проблемные ситуации, идентифицировать факторы риска и разработать комплекс компенсирующих мероприятий. Конкретные виды данного метода – это - прогнозирование внешней экономической обстановки, - мониторинг социально-экономической и нормативно-правовой среды, - создание системы резервов, - активный целенаправленный маркетинг.

Компенсация риска по методу *прогнозирования внешнеэкономической обстановки*. заключается в разработке сценариев развития предприятия и оценке будущего состояния внешней среды хозяйствования. Также проводится прогноз поведения возможных партнеров, конкурентов, динамики сегментов рынка и пр.

Метод мониторинга социально-экономической и нормативно-правовой среды позволяет нарастить информационное обеспечение управления рисками через актуализацию правовой, коммерческой и нормативно-справочной информации, проведение собственных прогнозно-аналитических исследований, получение консультационных услуг и др. Полученная информация позволяет определить новые тренды динамики рынка, тенденции во взаимоотношениях экономических систем, сформировать необходимые меры для компенсации возможного ущерба, провести корректировку стратегических планов развития предприятия и пр.

Метод создания системы резервов является аналогом метода страхования риска, но ограничен внутренней средой предприятия. Заключается в создании страховых запасов сырья, материалов и комплектующих, формируются резервные фонды денежных средств, разрабатываются стратегические планы по их применению в рискованных ситуациях. Тем самым формируются различные варианты финансовой стратегии предприятия, рассчитанные на разные типы и уровень возможных рисков.

Метод *активного целенаправленного маркетинга* используется для формирования адекватной сбытовой политики с учетом уровня спроса на свою продукцию, рыночного риска и других риск-факторов. Для этого используются широкий спектр маркетинговых методов и приемов.

В литературе по управлению рисками, одним из систематизирующих признаков группировки методов управления рисками является признак – **воздействие на риск**, который сводится к следующим трем группам методов (рис. 4.4).



Рисунок 4.4. Общая схема процесса управления риском

Группа методов, связанная со снижением риска подразумевает уменьшение либо размеров возможного ущерба, либо вероятности наступления неблагоприятных событий. Чаще всего оно достигается при помощи осуществления предупредительных организационно-технических мероприятий. Снижение уровня риска может быть достигнуто за счет исключения из процесса инвестиционной деятельности мероприятий и проектов, связанных с высоким риском и замены их на мероприятия с лучшими гарантиями достижения требуемого результата.

Методы сохранения риска применяются в ситуациях, когда необходимо недопустить усиления уровня риска (получение кредитов и займов для компенсации убытков и восстановления производства, получение государственных дотаций и пр.).

Метод передачи части или всего риска, возникающего в процессе развития предприятия или выполнения отдельных функций и направлений, предполагает передачу рисков страховой компании или распределить среди корпоративных участников. В этом случае предприятие может создать специальные резервные фонды (фонды самострахования или фонд риска), из которых будет производиться компенсация убытков при наступлении неблагоприятных ситуаций.

С другой стороны, все многообразие форм и видов воздействия на риски можно представить как методы прямого и косвенного воздействия.

Прямые методы - разработка, утверждение и финансирование инвестиционных проектов, формирование перечня потенциальных объектов инвестиционных проектов, предоставление государственных гарантий за счет бюджета Российской Федерации и бюджета субъектов федерации.

Косвенное воздействие позволяет изменить критерии эффективности. К ним относится - создание благоприятных условий для инвестиционной деятельности, совершенствование системы налогообложения, расширение использования средств населения и иных внебюджетных источников финансирования, принятие антимонопольных мер, обеспечение возможности для субъектов инвестиционной деятельности формировать собственные инвестиционные фонды.

В настоящее время нужна постоянно корректируемая комбинация административных и рыночных методов управления рисками.

В работе [65], для анализа и управления системой рисков проекта, предлагается обобщенная схема риск-менеджмента (рис.4.5).



Рисунок 4.5. Алгоритм управления проектным риском

1 этап. Анализ рисков, как правило, начинается с качественного анализа, целью которого является идентификация рисков.

Данная цель распадается на следующие задачи:

-выявление всего спектра рисков, присущих инвестиционному проекту;

-описание рисков;

-классификация и группировка рисков;

-анализ исходных допущений.

2 этап. Второй и наиболее сложной фазой риск-анализа является количественный анализ рисков, целью которого является измерение риска, что обуславливает решение следующих задач:

-формализация неопределённости;

-расчёт рисков;

-оценка рисков;

-учёт рисков;

3 этап. На третьем этапе риск-анализ плавно трансформируется из априорных, теоретических суждений в практическую деятельность по управлению риском. Это происходит в момент окончания проектирования стратегии риск-менеджмента и начало её реализации. Этот же этап завершает и инжиниринг инвестиционных проектов.

4 этап. Четвертый этап – контроль, завершает процесс риск-менеджмента и обеспечивает ему цикличность.

Одним из измерителей оценки вероятности возникновения ситуации, приводящей к большим потерям, особенно для банковских систем является ориентация на нестрессовые, динамические потери.

Суть данного подхода заключается в статистической оценке максимально возможных потерь, вызванных будущими негативными изменениями цен активов и иных факторов. Для получения оценки нестрессовой оценки рыночного риска, имеющей практическую ценность, из рассмотрения обычно исключают небольшую долю (обычно 5% или 1%) самых неблагоприятных случаев. Тем самым сужается интервал возможных значений случайной величины. И риск будут определять те убытки, которые возникнут в самом неблагоприятном из оставшихся (100% – 1% или 100% – 5%) случаев.

Значение нижней границы интервала изменения потерь и является мерой (оценкой) риска, *Value-at-Risk – VaR* - доверительная вероятность. Однако, для расчета *VaR* необходимо обладать оценками волатильностей и корреляций доходностей.

Существуют три основных метода расчета *VaR*: - параметрический (Дельта-нормальный), - исторического моделирования, - Монте-Карло.

4.3. Управления рисками в соответствии со стандартами риск-менеджмента

Моделирование процесса риск-менеджмента регламентируется в ряде требований, в частности, существует несколько видов нормативных документов по управлению рисками.

4.3.1. Основные стандарты процедуры управления рисками

В работах [75,76,82] приводится методология оценки рисков и применимость отдельных подходов оценки рисков в различных рискованных ситуациях. Кратко рассмотрим некоторые типы стандартов по управлению рисками.

Национальный стандарт Российской Федерации по управлению рисками ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011. Разработанные стандарты управления рисками, в частности, Национальный стандарт Российской Федерации. *ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011* [82] позволяет определить приемлемый уровень риска в какой-либо ситуации, или требуется её дальнейший анализ. Данный стандарт основан на предыдущих версиях риск-стандарта и включает наиболее эффективные методы оценки и управления риском. Сам стандарт является базовым в риск-менеджменте и предназначен для предприятий различных отраслей промышленности. Процедура оценки управления рисками включает идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска с помощью применения различных методов оценки риска (рис.4.6).

Сама процедура оценки сводится к пониманию возможных опасных событий и ситуаций, их причин и последствий, измерения вероятности их возникновения и принятие решений по следующим направлениям:

- о необходимости предпринимать соответствующие действия;
- о способах максимальной реализации всех возможностей снижения риска;
- о необходимости обработки риска;
- о выборе между различными видами риска;
- о приоритетности действий по обработке риска;
- о выборе стратегии управления риском, позволяющей снизить либо уровень риска, либо ущерб от него до приемлемого уровня.

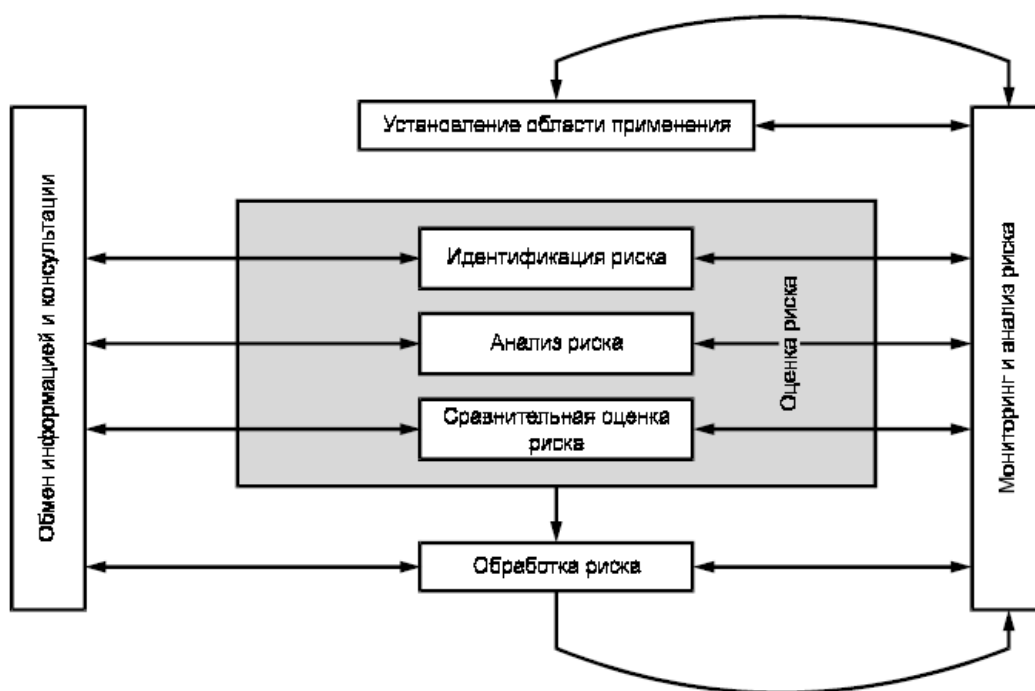


Рисунок 4.6. Схема общего управления риском [82]

Важное место в процессе управления рисками занимает процедура мониторинга риска, которая направлена на решение следующих задач:

- оценка степени достоверности возникновения риска;
- анализ степени достижимости ожидаемых результатов;
- план-фактный анализ и оценка уровня риска;
- эффективности управления риском.

Для сложных экономических систем необходимо учитывать синергию риска в процессе развития, т.е. взаимодействия между отдельными корпоративными элементами. Иногда незначительные по уровню риски могут достаточно сильно повлиять на смежные риски из-за воздействия риска на другую деятельность или других участников. В этом случае необходимо не только понимать связь последовательности действий и уровня риска, но и взаимодействие разных видов риска, чтобы предотвратить ситуацию, при которой действия по управлению одним риском приводят к катастрофической ситуации в другой области.

При определении **методов оценки риска**, данный стандарт классифицирует их с точки зрения выделения преимуществ и недостатков. Стандарт содержит как обобщенную таблицу, иллюстрирующую применение некоторых методов, так и описание каждого метода оценки риска с рекомендациями по его применению в конкретных ситуациях.

Общая методология анализа и оценки риска данного стандарта включает в себя несколько типовых этапов:

- идентификация риска;
- анализ последствий;

- качественная, смешанная или количественная оценка вероятностных характеристик риска;
- оценка эффективности существующих на предприятии средств управления риском;
- количественная оценка уровня риска;
- сравнительная оценка риска.

При этом для каждого этапа процесса оценки риска имеется оценка применимости адекватных (для данного этапа) методов оценки риска, которая определяется по качественной шкале с оценочными градациями: - строго применим, - применим, - не применим.

Обобщенный список применяемых методов качественного и количественного анализа рисков, используемых в стандарте, включает следующие:

- Мозговой штурм,
- Структурированные или частично структурированные интервью,
- Метод Дельфи,
- Предварительный анализ опасностей (РНА),
- Исследование опасности и работоспособности (HAZOP),
- Анализ опасности и критических контрольных точек (НАССР),
- Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT),
- Анализ сценариев, - Анализ воздействия на бизнес (BIA),
- Анализ первопричины (RCA),
- Анализ видов и последствий отказов (FMEA),
- Анализ дерева неисправностей (FTA),
- Анализ дерева событий (ETA),
- Анализ причин и последствий,
- Причинно-следственный анализ,
- Анализ уровней защиты (LOPA),
- Анализ дерева решений,
- Анализ влияния человеческого фактора (HRA),
- Анализ «галстук-бабочка»,
- Анализ скрытых дефектов (SA),
- Марковский анализ,
- Моделирование методом Монте-Карло,
- Байесовский анализ и сети Байеса,
- Кривые FN,
- Индексы риска,
- Матрица последствий и вероятностей,
- Анализ эффективности затрат (CBA),
- Мультикритериальный анализ решений (MCDA).

Методы и их оценка применимости представлены в табл. 4.1, при этом, факторами, которые используются для оценки метода измерения риска, являются:

- сложность проблемной ситуации и метода анализа риска;
- уровень неопределенности риск-фактора,
- ресурсы требуемые для процесса управления (временные, финансовые, информационные и др.);
- возможность получения количественных оценок риска.

Шкала применимости, по этим факторам оценки включает следующие значения: SA — строго применим, NA — не применим, A — применим.

Примеры методов оценки риска приведены в табл. 4.2, где для каждого метода указан уровень соответствия этим признакам по шкале: высокий, средний или низкий.

Таблица 4.1. Характеристика применимости методов оценки риска (из стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 [82])

Наименование метода	Процесс оценки риска					Номер приложения
	Идентификация риска	Анализ риска			Сравнительная оценка риска	
		Последствие	Вероятностные характеристики	Уровень риска		
Мозговой штурм	SA ¹⁾	NA ²⁾	NA	NA	NA	В 01
Структурированные или частично структурированные интервью	SA	NA	NA	NA	NA	В 02
Метод Дельфи	SA	NA	NA	NA	NA	В 03
Контрольные листы	SA	NA	NA	NA	NA	В 04
Предварительный анализ опасностей (PHA)	SA	NA	NA	NA	NA	В 05
Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	SA	SA	A ³⁾	A	A	В 06
Анализ опасности и критических контрольных точек (HACCP)	SA	SA	NA	NA	SA	В 07
Оценка токсикологического риска	SA	SA	SA	SA	SA	В 08
Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA	В 09
Анализ сценариев	SA	SA	A	A	A	В 10

Продолжение табл. 4.1.

Наименование метода	Процесс оценки риска					Номер приложения
	Идентификация риска	Анализ риска			Сравнительная оценка риска	
		Последствие	Вероятностные характеристики	Уровень риска		
Анализ воздействия на бизнес (BIA)	A	SA	A	A	A	B 11
Анализ первопричины (RCA)	NA	SA	SA	SA	SA	B 12
Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	SA	SA	SA	SA	SA	B 13
Анализ дерева неисправностей (FTA)	A	NA	SA	A	A	B 14
Анализ дерева событий (ETA)	A	SA	A	A	NA	B 15
Анализ причин и последствий	A	SA	SA	A	A	B 16
Причинно-следственный анализ	SA	SA	NA	NA	NA	B 17
Анализ уровней защиты (LOPA)	A	SA	A	A	NA	B 18
Анализ дерева решений	NA	SA	SA	A	A	B 19
Анализ влияния человеческого фактора (HRA)	SA	SA	SA	SA	A	B 20
Анализ «галстук-бабочка»	NA	A	SA	SA	A	B 21
Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности	SA	SA	SA	SA	SA	B 22
Анализ скрытых дефектов (SA)	A	NA	NA	NA	NA	B 23
Марковский анализ	A	SA	NA	NA	NA	B 24
Моделирование методом Монте-Карло	NA	NA	NA	NA	SA	B 25
Байесовский анализ и сети Байеса	NA	SA	NA	NA	SA	B 26
Кривые FN	A	SA	SA	A	SA	B 27
Индексы риска	A	SA	SA	A	SA	B 28
Матрица последствий и вероятностей	SA	SA	SA	SA	A	B 29
Анализ эффективности затрат (CBA)	A	SA	A	A	A	B 30
Мультикритериальный анализ решений (MCDA)	A	SA	A	SA	A	B 31
1) SA — строго применим. 2) NA — не применим. 3) A — применим.						

В табл. 4.2. приводится набор соответствующих факторов, которые влияют на выбор метода оценки риска.

Таблица 4.2. Факторы, влияющие на выбор методов оценки риска [82]

Наименование метода оценки риска	Описание	Значимость воздействующих факторов			Возможность получения количественных выходных данных
		Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	
Методы наблюдения					
Контрольные листы	Простая форма идентификации риска. Метод позволяет представить пользователю перечень источников неопределенности, которые необходимо рассмотреть. Пользователи используют ранее разработанный перечень, кодексы (своды правил) и стандарты	Низкие	Низкая	Низкая	Нет
Предварительный анализ опасностей	Простой индуктивный метод анализа, цель которого состоит в идентификации опасности, опасных ситуаций и событий, которые могут нанести вред деятельности, оборудованию или системам организации	Низкие	Высокая	Средняя	Нет
Вспомогательные методы					
Структурированное интервью и мозговой штурм	Способ получения набора идей и оценок, ранжируемых командой. Мозговой штурм можно стимулировать путем применения методов интервью «один на один» или «один с группой»	Низкие	Низкая	Низкая	Нет
Метод Дельфи	Метод получения экспертных оценок, которые могут помочь при идентификации источников и воздействий опасности, количественной оценке вероятности и последствий и общей оценке риска. Это метод обобщения мнений экспертов. Метод позволяет провести независимый анализ и голосование экспертов	Средние	Средняя	Средняя	Нет
Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT)	Система, помогающая группе специалистов идентифицировать риск. Обычно используют на небольших совещаниях. Применяют обычно вместе с методами анализа и оценки риска	Средние	Средняя	Любая ¹⁾	Нет
Анализ влияния человеческого фактора (HRA)	Метод исследования воздействия человеческого фактора (HRA) на систему и оценка ошибок человека, влияющих на работу системы.	Средние	Средняя	Средняя	Да

Продолжение табл.4.2.

Наименование метода оценки риска	Описание	Значимость воздействующих факторов			Возможность получения количественных выходных данных
		Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	
Анализ сценариев					
Анализ первопричины	Метод анализа произошедших потерь, используемый для установления их причин и поиска способов совершенствования системы или процесса предупреждения подобных потерь в будущем. В процессе анализа необходимо исследовать используемые на местах методы управления в момент появления потерь и возможности улучшения управления	Средние	Низкая	Средняя	Нет
Анализ сценариев	Метод исследования и идентификации возможных сценариев развития событий путем представления или экстраполяции известных опасных событий и риска в предположении, что каждый из этих сценариев может произойти. Метод может быть использован формально или неформально, анализ может быть качественный или количественный	Средние	Высокая	Средняя	Нет
Оценка токсикологического риска	Метод идентификации и анализа опасностей и возможных путей их распространения. Метод позволяет получить информацию об уровне экспозиции и вреда для окружающей среды и полезен при оценке вероятности нанесения такого вреда	Высокие	Высокая	Средняя	Да
Анализ воздействия на бизнес	Метод позволяет провести анализ риска нарушения (разрушения) ключевых видов деятельности организации и идентифицировать возможности управления этими нарушениями (разрушениями)	Средние	Средняя	Средняя	Нет
Анализ дерева неисправностей	Метод, в соответствии с которым идентифицируют отказ системы (главное событие) и затем определяют пути его возникновения. Эти пути изображают графически в виде логической древовидной диаграммы. С помощью дерева неисправностей исследуют способы снижения или устранения потенциальных причин/источников неисправности	Высокие	Высокая	Средняя	Да
Анализ дерева событий	Метод, в соответствии с которым для оценки вероятности реализации событий и их перехода в другие события используют индуктивные выводы	Средние	Средняя	Средняя	Да

Продолжение табл.4.2.

Наименование метода оценки риска	Описание	Значимость воздействующих факторов			Возможность получения количественных выходных данных
		Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	
Анализ причин и последствий	Метод, объединяющий методы дерева неисправностей и дерева событий, позволяющий учесть время запаздывания. В рамках метода могут быть исследованы причины и последствия возникшего события	Высокие	Средняя	Высокая	Да
Причинно-следственный анализ	Воздействие может иметь несколько влияющих факторов, которые могут быть сгруппированы в различные категории. Влияющие факторы часто идентифицируют во время проведения мозгового штурма и отображают в форме древо-видной структуры или рыбьего скелета	Низкие	Низкая	Средняя	Нет
Функциональный анализ					
Анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ критичности видов и последствий отказов (FMECA)	FMEA (анализ видов и последствий отказов) является методом идентификации видов и процесса развития отказа и его последствий. Существует несколько типов FMEA: FMEA проекта (или продукции) и их компонентов, FMEA систем, FMEA процесса (для производственных и сборочных процессов), FMEA технического обслуживания и FMEA программного обеспечения. FMEA может сопровождаться анализом критичности каждого вида отказа, оцениваемого по качественной, количественной или смешанной шкале (FMECA). Анализ критичности видов и последствий отказов может быть основан на оценке вероятности того, что исследуемый вид отказа приведет к отказу системы или уровню риска, соответствующего данному виду отказа, или преимущественного риска	Средние	Средняя	Средняя	Да
Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности	Метод идентификации и внедрения политики технического обслуживания, направленной на достижение результативности и эффективности требуемых безопасности, надежности и экономичности работы оборудования	Средние	Средняя	Средняя	Да

Продолжение табл.4.2.

Наименование метода оценки риска	Описание	Значимость воздействующих факторов			Возможность получения количественных выходных данных
		Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	
Анализ скрытых дефектов (анализ паразитных цепей)	Метод идентификации скрытых ошибок проекта. Для выявления скрытых отказов используют специальное оборудование, программное обеспечение или интегрированные способы проверки, которые могут вызвать возникновение неблагоприятного события или приостановить благоприятное событие. Эти события не должны быть вызваны отказом компонентов. Эти отказы носят случайный характер, и их трудно обнаружить во время испытаний системы. Скрытые отказы могут привести к нарушениям функционирования системы, сбоям при выполнении программы и даже смерти или травмам персонала	Средние	Средняя	Средняя	Нет
Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	Общий процесс идентификации потенциальных опасностей, направленный на выявление возможных слабых мест или отклонений способов выполнения работ (предполагаемых или предназначенных). Метод основан на использовании системы управляющих слов. При этом также оценивают критичность выявленных отклонений	Средние	Высокая	Высокая	Нет
Анализ опасности и критических контрольных точек (НАССР)	Система предупреждающих действий, направленных на обеспечение качества продукции, надежности и безопасности процессов, на основе применения мониторинга и измерений специфических характеристик, которые должны находиться в установленных границах (критические контрольные точки)	Средние	Средняя	Средняя	Нет
Анализ уровней защиты (LOPA)	Метод позволяет оценить средства управления и их эффективность. (Метод называют анализом барьеров.)	Средние	Средняя	Средняя	Да
Анализ «галстук-бабочка»	Простой схематический способ описания и анализа путей реализации риска (от опасности до последствий и результатов), а также анализа методов управления. В данном методе объединены логика дерева неисправностей с помощью которого проводят анализ причин события и дерева событий, с помощью которого проводят анализ последствий	Средние	Высокая	Средняя	Да

Продолжение табл.4.2.

Наименование метода оценки риска	Описание	Значимость воздействующих факторов			Возможность получения количественных выходных данных
		Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	
Статистические методы					
Марковский анализ	Марковский анализ иногда называют анализом состояний, его обычно используют при анализе сложных восстанавливаемых систем, которые могут находиться в различных состояниях, включая состояния с ухудшенными характеристиками работоспособности	Высокие	Низкая	Высокая	Да
Моделирование методом Монте-Карло	Моделирование методом Монте-Карло используют для установления изменений системы, возникающих в результате изменений входных данных системы с учетом распределения входных данных и их связи с выходными данными. Анализ может быть использован для модели, определяющей взаимосвязь входных и выходных данных. Входные данные могут быть описаны как случайные величины соответствующими распределениями и присущей им неопределенностью. Для оценки риска обычно используют треугольные распределения или бета-распределения	Высокие	Низкая	Высокая	Да
Байесовский анализ	Статистическая процедура, использующая для оценки вероятности результатов априорное распределение данных. Точность результатов Байесовского анализа зависит от точности априорного распределения. Байесовская сеть моделирует причинно-следственные связи на основе анализа вероятностных соотношений входных данных и результатов	Высокие	Низкая	Высокая	Да

Международный стандарт по управлению рисками ISO 31000. В рамках другого стандарта по управлению рисками - Международного стандарта ISO 31000 [76] приняты следующие базовые обозначения. В частности, здесь, **риск** характеризуется как влияние неопределенности на цели предприятия. При этом, сама характеристика «влияние» рассматривается как отклонение от ожидаемого состояния и может иметь позитивные или негативные последствия. А само состояние или событие может определяться также еще и потенциальными **событиями** и их **последствиями**. Оценка уровня возможности появления неблагоприятных событий и последствий задается параметром **вероятности**.

Категория «неопределенность» задает некоторое состояние события, ситуации, последствий, для которых характерно частичное или полное отсутствие информации относительно понимания содержания события, его последствий или вероятности проявления.

Другие категории процесса управления рисками в данном стандарте определяются следующими дефинициями.

Риск-менеджмент - скоординированные действия для управления и контроля процессов управления организации в отношении **рисков**.

Процесс управления рисками - систематическое применение политики риск-менеджмента, включающей идентификацию, анализ, оценку, исследование, мониторинг и анализа риска.

Оценка риска – сводится к процедурам идентификации, анализу риска и определению его уровня и характеристик.

Идентификация риска включает в себя нахождение, распознавание и описания как характеристик риска, так и их источников, причин и потенциальных последствий.

Понятие «**вероятность**» показывает возможность вариации какого-либо события, ситуации, уровень которого можно измерить и определить объективно и субъективно, количественно и качественно, и описать с помощью общих терминов или математически (частота появления, вероятность и др.).

Анализ риска – предполагает процесс понимания природы риска и определения его уровня (количественного). Обычно анализ риска включает в себя процедуру оценки риска.

Критерии риска – один или несколько критериев эффективности (удовлетворяющих некоторым требованиям), по которым оценивается значимость риска и его степень (уровень).

Уровень (степень) риска определяет количественную величину риска, выраженную в рамках комбинации последствий и их вероятности.

Данный стандарт по управлению рисками позволяет организации решать следующий комплекс задач управления в условиях риска: -

увеличить вероятность достижения целей, - поддерживать упреждающее управление, - улучшить финансовую отчетность предприятия и повысить осведомленность о необходимости идентификации риска всего предприятия, - соответствовать релевантным законодательным требованиям и регламентам, отвечающим международным нормам, - улучшить эффективность управления, - установить надежную основу для принятия решений и планирования, - эффективно распределять и использовать ресурсы для обработки риска, - улучшить оперативную эффективность и результативность, - улучшить предупреждение потерь и действия по ликвидации последствий риска, - минимизировать потери.

Аналогичные требования, методы и категории рассматриваются и в ряде стандартов по управлению рисками, сформулированных в разных странах для различных сфер деятельности и видов отраслей. Здесь можно выделить стандарты: FERMA, COSO II, Solvency II, Базель II, Базель III, AS/NZS 4360:2004 и др.

Стандарт Федераций Европейских Ассоциаций Риск-менеджеров (стандарт Ferma). Так, например, Федерация Европейских Ассоциаций Риск-менеджеров (стандарт Ferma) [98] дает следующее определение категории «риск» – это комбинация вероятности события и его последствий (*ISO/IEC Guide 73*). Любые действия приводят к событиям и последствиям, которые могут представлять собой как потенциальные «положительные» возможности, так и «опасности» для организации. Задача риск менеджмента – это идентификация рисков и управление рисками. Основная цель – выявление всех потенциальных «негативных» и «положительных» факторов, влияющих на риски организации.

Обобщенная схема риск-менеджмента представлена на рис.4.7.

Методика измерения и оценка риска может быть количественной, качественной или смешанной в части вычисления вероятности наступления рискового события и его возможных последствий.

Описание риска по их признакам приведено в табл.4.3. Процесс измерения риска может быть качественным и количественным. Например, оценка последствий с точки зрения качественной оценки угроз и возможностей могут быть измерены как высокие, средние и низкие. Вероятность так же может быть высокой, средней и низкой, однако эти оценки требуют различных определений отдельно для угроз и отдельно - возможностей.



Рисунок 4.7. Схема риск-менеджмента [98]

Таблица 4.3. Описание риска (по стандарту ферма)

Наименование характеристики риска	Характеристика риска
1. Сфера риска	Описание событий, размер, тип, количество и сферы воздействия
2. Тип риска	Стратегический, операционный, финансовый, знания/информация, регулятивный
3. Заинтересованные лица	Заинтересованные лица и их ожидания
4. Количественное выражение риска	Значение последствий и вероятность
5. Приемлемость риска	Возможные убытки и их финансовое значение, Цена риска, Вероятность и размер вероятных убытков/прибыли, Цели контроля над риском и желаемый уровень исполнения поставленных задач

6. Управление риском и механизмы контроля	Действующие методы/практика управления риском, Уровень надежности существующей программы контроля над риском Существующие ответы/протоколы учета и анализа контроля над риском
7. Возможности для улучшения	Рекомендации по снижению риска
8. Стратегические и управленческие изменения	Определение степени ответственности (функции) за разработку и внедрение стратегии/управления риском

Описание вероятности события по угрозам приведены в табл.4.4.

Таблица 4.4. Вероятность события (угрозы)

Оценка вероятности	Описание	Индикаторы
Высокая (вероятно)	Вероятность наступления каждый год или вероятность наступления события больше чем 25%	Потенциальная вероятность того, что событие наступит несколько раз в течение определенного периода времени (например, 10 лет). Событие произошло недавно
Средняя (возможно)	Существует вероятность наступления события в течение 10 лет или вероятность наступления меньше чем 25%	Событие может произойти несколько раз в течение определенного периода времени. Сложно контролировать в силу влияния внешних факторов. Существует история наступления события
Низкая (отдаленно)	Практически отсутствует вероятность наступления события в течение 10 лет или вероятность наступления меньше чем 2%	Событие не наступало. Вероятность наступления события мала

Стандарт AS/NZS 4360:2004 «Риск-менеджмент». Кратко рассмотрим требования Стандарта Австралии и Новой Зеландии AS/NZS 4360:2004 «Риск-менеджмент». Принципы, организации процессов управления рисками на предприятиях, заложенные в данном стандарте, определяют процессно-ориентированную модель системы управления рисками организации.

Обзор стандарта AS/NZS 4360:2004 «Риск-менеджмент». Подробно данная система требований рассмотрена в работах [75,92]. Целью стандарта AS/NZS 4360:2004 «Риск-менеджмент» является определение общих требований для выявления условий возникновения, идентификации, анализа, оценки, управления и мониторинга рисков. Данное положение AS/NZS 4360:2004 может быть применено к различным видам экономической деятельности и содержит основные требования к процессу управления рисками. Форма и способ управления рисками зависит от потребностей предприятия, его целей развития, внутренних процессов и специфики деятельности.

Требования AS/NZS 4360:2004 должны учитываться на всех стадиях жизненного цикла, по всем функциям и всем корпоративным участникам.

Данный документ разрабатывал Объединенный технический комитет ОВ-007 «Риск-менеджмент», включающий представителей от «Стандартов Австралии» и «Комитета по Стандартам Новой Зеландии». В составе комитета представлены двадцать четыре ведущие, в области управления рисками, организации Австралии и Новой Зеландии, в том числе - финансовые институты, правительственные комиссии, специализированные (в области рисков) компании.

Стандарт AS/NZS 4360:2004 является третьей версией стандарта (от 1995 и 1999 гг.) и отличается практической ориентацией на управление рисками в производственной деятельности предприятий по критерию потенциальной выгоды (потенциальных убытков).

Данный стандарт обеспечивает:

- . надежную базу для принятия рискованных решений и планирования;
- . идентификацию перспектив и опасностей;
- . получение выгоды от неопределенности предпринимательской среды;
- . построение системы управления, ориентированной на превентивное управление (предупреждение потенциальных проблем), а не на корректировку последствий возникновения риска;
- . эффективное распределение и использование ресурсов;
- . совершенствование корпоративного управления.

Процедура риск-менеджмента, в соответствии с данным стандартом представлена на рис. 4.8.

Характеристика элементов процесса управления риском по стандарту AS/NZS 4360:2004 представлены в табл. 4.5.

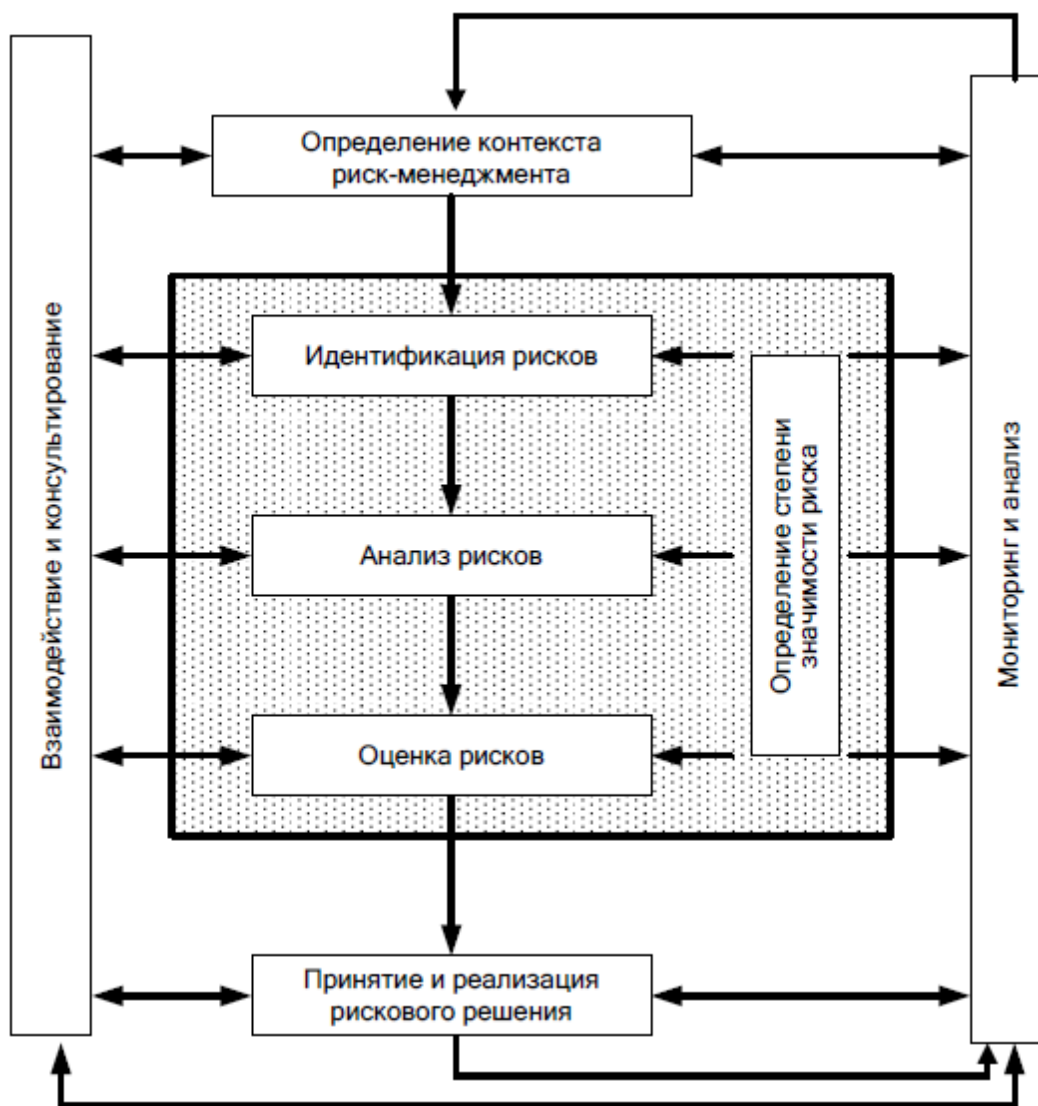


Рисунок 4.8. Структурная схема процесса риск-менеджмента [по 75]

Таблица 4.5. Характеристика элементов процесса управления риском по стандарту AS/NZS 4360:2004

Стадия	Характеристики
1. Взаимодействие и консультирование	По каждой стадии процесса управления рисками требуется взаимодействовать со всеми участниками процесса и проводить консультации
2. Определение контекста риск-менеджмента	Определяются внешние характеристики экономической среды, внутренние параметры организации, а также параметры системы управления рисками, в рамках которых реализуется сам процесс управления. Должны быть определены требования по выявлению критериев риск-факторов, их структура и методы их анализа

3. Идентификация рисков	Следует определить, где, когда, почему и как рискованные ситуации могут помешать, ослабить, задержать или благоприятствовать достижению запланированных результатов (целей)
4. Анализ рисков	Необходимо определить возможные последствия, вероятность возникновения, уровень риска, а также причины и факторы возникновения рискованных ситуаций. Подобный анализ должен учитывать масштаб потенциальных последствий и возможные пути их возникновения. При анализе рисков следует также выявить и оценить имеющиеся инструменты (модели и методы) контроля рисков
5. Оценка рисков	Осуществляется сравнение уровня риска с ранее установленными критериями. В соответствии с полученными данными и нормативными параметрами модели управления рисками определяется баланс между потенциальными выгодами и негативными последствиями. Это позволяет принимать решения о масштабе и характере рискованного решения, управляющего воздействием на риск, а также устанавливать приоритетные направления деятельности, связанной с риск-менеджментом
6. Принятие и реализация рискованного решения	Производится разработка и внедрение специализированных экономически целесообразных стратегий и планов мероприятий, цель которых – увеличение потенциальной выгоды и сокращение потенциальных издержек, возникающих впоследствии рискованных ситуаций
7. Мониторинг и анализ	Необходимо проводить мониторинг эффективности всех этапов процесса управления рисками для постоянного улучшения деятельности. Другими словами, измеренные показатели процесса риск-менеджмента служат основой для анализа и повышения результативности и эффективности данного процесса

Процесс управления рисками применяется на различных уровнях иерархии управления предприятием: стратегическом, тактическом (уровень руководителей второго звена), а также операционном. Он может быть использован для управления отдельными процессами, участниками, функциями, объектами и при управлении отдельными зонами риска.

На каждой стадии процесса следует вести записи, позволяющие регистрировать информацию о функционировании процесса риск-менеджмента, необходимую для контроля и улучшения этого процесса.

На рис. 4.9 представлена схема функционального взаимодействия стадий процесса риск-менеджмента.

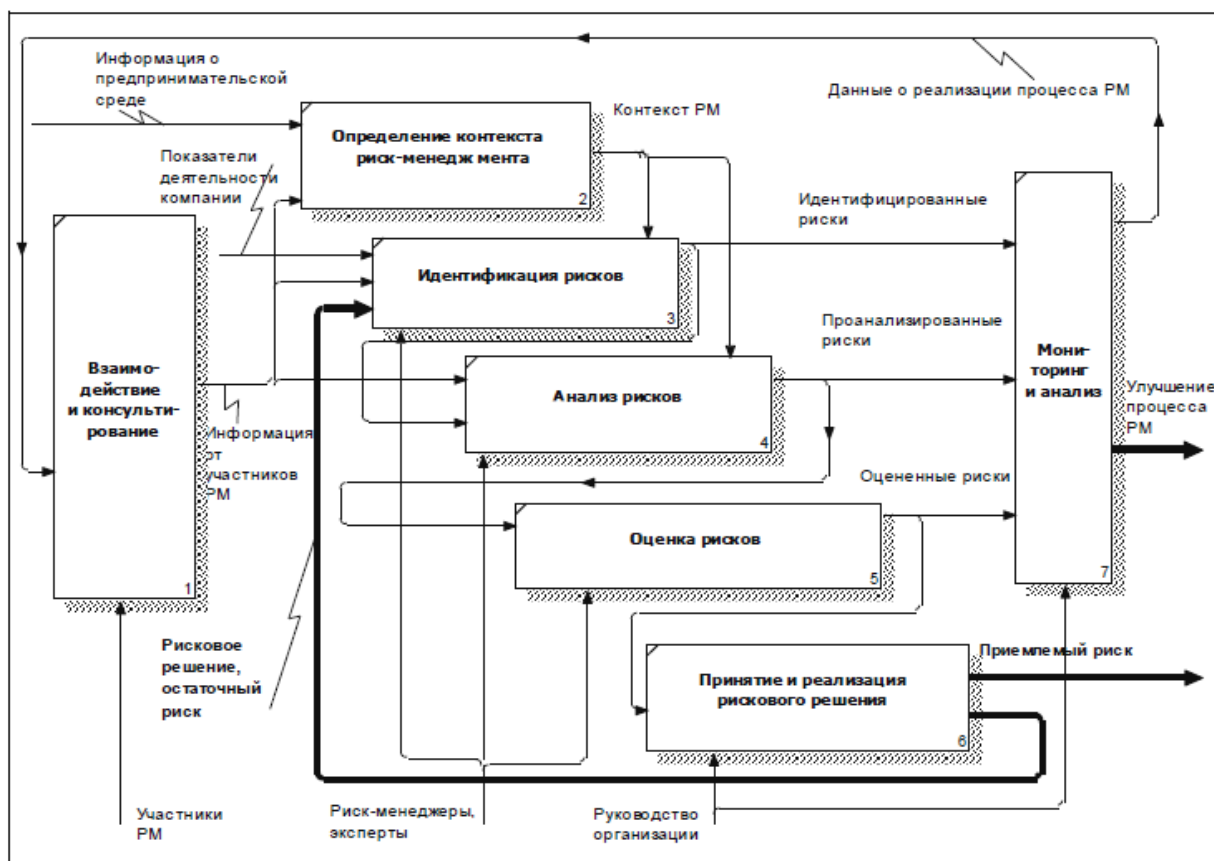


Рисунок 4.9. Взаимодействие стадий процесса риск-менеджмента (РМ)

4.4. Управление банковскими рисками

Методы управления банковскими рисками представляет собой совокупность приемов (способов и методов), позволяющих банку обеспечить положительный финансовый результат при наличии неопределенности во внешних условиях, а также прогнозировать наступление рискованной ситуации и принимать меры к снижению её отрицательных последствий.

Так как банковские риски включают: кредитный риск, риск несбалансированной ликвидности, процентный риск, операционный риск, риск потери доходности, то и система управления банковским риском должна включать специальные блоки, связанные с указанными видами рисков. Иногда в качестве самостоятельных блоков, в системе управления рисками, выделяют подсистемы управления индивидуальными (частными) рисками и совокупными рисками. К первому блоку относят управление риском кредитной сделки и других видов банковских

операций, ко второму — управление рисками различных портфелей банка — кредитного, торгового, инвестиционного, привлеченных ресурсов и т.д.

Стратегия управления рисками в банке строится на основании изучения рынка банковских услуг и отдельных рыночных сегментов. К числу наиболее рискованных стратегий относятся, как известно, стратегия лидера и стратегия, связанная с продажей новых услуг на новом рынке. Риски этих стратегий можно нивелировать, если банк на других сегментах рынка продолжает успешно работать на старых рыночных сегментах. Риски также усиливаются, если реализуется стратегия работы с VIP-клиентами.

В систему управления рисками обычно включает следующие элементы: способы выявления (идентификации) риска, методы и приемы оценки риска, инструменты управления рисками, механизмы мониторинга риска. Целью стратегии является текущее и стратегическое управление рисками и его минимизация. Текущее управление предполагает отслеживание критических показателей и принятие на этой основе оперативных решений по критическим операциям банка.

Сама структура управления банковскими рисками предполагает выделение следующих элементов управления: - субъекты управления; - идентификация риска; - оценка степени риска; - мониторинг риска.

Все элементы этого описания системы управления банковскими рисками, должны представлять собой оптимальное сочетание различных приемов, способов и методов управления.

Субъекты управления банковскими рисками зависят от размеров и структуры банка и включают: - руководство банка, отвечающее за стратегию и тактику банка, направленные на рост прибыли при допустимом уровне рисков; - комитеты измерения и анализа степени фундаментальных рисков, которые может принять на себя банк; - подразделение планирования деятельности; - функциональные подразделения, в которых генерируются риски; - подразделения анализа банковских рисков; - службы внутреннего аудита и контроля, минимизирующие операционные риски и оценивающие возможность возникновения рискованной ситуации; - юридический отдел по управлению правовыми рисками.

Обобщение рисков заключается в выявлении общих областей (зон) риска для банка и их идентификации, для выявления возможных негативных последствий для банка, связанных с этими зонами.

Для идентификации и управления рисками необходима достоверная информационная база, на основе которой и проводится качественный и количественный анализ риска.

Качественный анализ — это анализ источников и потенциальных зон риска, определяемых риск-факторами, для которых необходимо четко выделить специфику по каждому виду банковского риска.

Количественный анализ риска позволяет формализовать уровень риска и включает несколько этапов:

- выбор критериев оценки степени риска;
- определение допустимого для банка уровня отдельных видов риска;
- определение фактической степени риска на основе отдельных методов;
- оценка возможности увеличения или снижения риска в дальнейшем.

Критерии оценки степени риска могут быть как общими, так и специфичными для отдельных видов риска.

В экономической литературе наиболее востребованы критерии оценки кредитного риска, которые включают: репутация заемщика, способность заимствовать средства, способность заработать средства для погашения долга в ходе текущей деятельности, капитал заемщика, обеспечение кредита, условия кредитной операции, контроль (соответствие операции законодательной базе и стандартам).

Можно выделить критерии оценки и других видов риска:

- процентный риск: влияние движения процента по активным и пассивным операциям на финансовый результат деятельности банка, длительность окупаемости операции за счет процентного дохода, степень чувствительности активов и пассивов к изменению процентных ставок в данном периоде;
- операционный риск: влияние качества персонала на результаты работы банка; вероятность ошибок при совершении операций, связанных с организацией и технологией производственного процесса в банке; влияние внешних факторов на ошибочность принимаемых решений;
- риск несбалансированной ликвидности: качество активов и пассивов, соответствие структуры активов и пассивов по суммам, срокам, степени ликвидности и востребованности.

Допустимый размер рисков различного вида должен измеряться и идентифицироваться на базе принятых банковских стандартов управления риском (лимиты и нормативные показатели), отражаемые в регламентах о политике и стратегии управления рисками.

К числу таких стандартов можно отнести:

- долю отдельных сегментов в портфеле активов банка, кредитном портфеле, торговом и инвестиционных портфелях;
- соотношение кредитов и депозитов;
- уровень показателей качества кредитного портфеля;
- долю просроченных и пролонгированных ссуд;

- долю МБК в ресурсах банка;
- уровень показателей ликвидности баланса и достаточности капитальной базы;
- стандартные требования к заемщикам банка (по длительности участия в данной сфере бизнеса, соответствию среднеотраслевым экономическим показателям, ликвидности баланса и т.д.).

Для оценки фактического уровня банковского риска обычно используют двухэтапную процедуру. На первом этапе оценивается уровень показателей риска, на втором – проводится классификация активов по группам риска. В основе такой классификации показателей риска могут быть: сфера риска, вид показателя.

По признаку - сфера риска (определяющая объект оценки), выделяются методы: - оценки совокупного (портфельного) риска банка, - индивидуального риска (связанного с конкретным продуктом, услугой, операцией, контрагентом), - комплексного риска (связанного с определенным направлением деятельности банка).

В качестве показателей оценки степени риска могут использоваться:

- измерители риска (результативные коэффициенты);
- возможный (прогнозируемый) уровень ущерба (потерь);
- показатели сегментации портфелей банка (портфель активов, кредитный, депозитных ресурсов, инвестиционный, торговый портфели и т.д.).

Наиболее распространен самый простой (коэффициентный) способ оценки степени риска.

Прогнозирование размера потерь может основываться на имитационном моделировании, методе дюрации и т.д.

Показатели сегментации аналогичны процедурам анализа качества портфелей банка.

Банковская практика знает несколько форм классификации активов по группам риска:

- номерная система;
- балльная система — с использованием метода взвешивания (группа риска \times значимость показателя);
- система скорринга;
- смешанные формы.

Мониторинг риска — это процесс регулярного анализа показателей риска применительно к его видам и принятия решений, направленных на минимизацию риска при сохранении необходимого уровня прибыльности.

Процесс мониторинга риска включает в себя: распределение обязанностей по мониторингу риска, определение системы контрольных показателей (основных и дополнительных), методы регулирования риска.

Обязанности по мониторингу рисков распределяются между функциональными подразделениями банка, его специализированными комитетами, подразделениями внутреннего контроля, аудита и анализа, казначейством или другим сводным управлением банка, его менеджерами. При этом функциональные подразделения банка отвечают за управление коммерческими рисками, а комитеты и сводные подразделения — фундаментальными рисками.

Совокупность контрольных показателей включает финансовые коэффициенты, лимиты по операциям, структуре портфеля активов и пассивов, их сегментов, стандарты для контрагентов банка (например, для заемщиков, эмитентов ценных бумаг, банков-партнеров).

Методы управления, направленные на защиту банка от риска условно разделяют на следующие группы: - методы предотвращения рисков; - методы перевода рисков; - методы распределения рисков; - методы поглощения рисков.

К методам регулирования банковского риска обычно относят:

- создание резервов на покрытие убытков в соответствии с видами операций банка, порядок использования этих резервов;
- порядок покрытия потерь собственным капиталом банка;
- определение шкалы различных типов маржи (процентной, залоговой и т.д.), основанной на степени риска;
- контроль качества кредитного портфеля;
- мониторинг критических показателей по видам риска;
- диверсификация операций с учетом факторов риска;
- операции с производными финансовыми инструментами;
- мотивацию бизнес-подразделений и персонала, связанного с рисковыми операциями банка;
- ценообразование (процентные ставки, комиссии) с учетом риска;
- установление лимитов на рисковые операции;
- продажа активов;
- хеджирование индивидуальных рисков.

Опыт деятельности финансово-кредитных организаций сформулировал базовые принципы построения системы управления рисками, к которым можно отнести:

- комплексность системы управления рисками;
- дифференциация банковских рисков;
- единство информационной базы по анализу и идентификации рисков;
- согласованность процессов управления различными видами рисков.

Для построения эффективной системы управления банковскими рисками необходимо иметь следующий набор системных элементов:

- стратегию и задачи управления банковскими рисками;
- единая система оценки и диагностики риска, баланс методов и рискованных ситуаций;
- использование процедур управленческого контроля рисков и организация системы управления рисками и регламентов управления;
- обеспечение ответственности в процессе управления риском и контроля;
- механизм мониторинга и обратной связи в процессе управления рисками.

Как уже говорилось ранее, наиболее важным типом банковского риска является кредитный риск банка, управление которым хотя и базируется на общих принципах управления банковскими рисками, но имеет свои особенности.

Управление банковскими кредитными рисками. Применяя те или иные методы и инструменты, кредитный риск управляется на всех определяющих стадиях кредитного процесса:

- разработка основных положений банковской политики,
- начальные стадии (знакомство) работы с потенциальным клиентом,
- координация целей банка и интересов клиента,
- оценка кредитоспособности заемщика,
- структурирование качественных характеристик кредита,
- кредитный мониторинг,
- работа с проблемными кредитами,
- применение санкций и т.д.

Управление кредитным риском требует от банков постоянного контроля за структурой портфеля ссуд и их качественным составом. Используя критерий эффективности типа «доходность/риск», банки вынуждены ограничивать норму прибыли некоторым критическим значением, чтобы не брать на себя лишней риск. В этой стратегии необходимо проводить политику рассредоточения риска и не допускать концентрации кредитов у нескольких крупных заемщиков. Банк не должен рисковать средствами вкладчиков, финансируя спекулятивные (хотя и высокоприбыльные) проекты.

Кредитный риск зависит от внешних (связанных с состоянием экономической среды, с конъюнктурой) и внутренних (вызванных ошибочными действиями самого банка) факторов. Возможности управления внешними факторами ограничены, хотя своевременными действиями банк может в известной мере смягчить их влияние и предотвратить крупные потери. Основные рычаги управления кредитным риском лежат в сфере внутренней политики банка. В конечном счете способность управлять кредитным риском зависит от конкретных

кредитных проектов и выработкой условий кредитных соглашений. В процессе управления кредитным риском коммерческого банка можно выделить несколько общих характерных этапов:

- разработка целей и задач кредитной политики банка
- создание административной структуры управления кредитным риском и системы принятия административных решений
- изучение финансового состояния заемщика
- изучение кредитной истории заемщика, его деловых связей
- разработка и подписание кредитного соглашения
- анализ рисков невозврата кредитов
- кредитный мониторинг заемщика и всего портфеля ссуд
- мероприятия по возврату просроченных и сомнительных ссуд и по реализации залогов.

Методы управления кредитного риска довольно разнообразны и разнонаправлены:

- нейтрализующие факторную сторону риска:
- оценка кредитоспособности (профилактика, предотвращение риска) в направлениях: заемщик, среда (отрасль, конкуренты), проект;
- разграничение полномочий принятия кредитного решения в зависимости от размера кредита и величины потенциального риска;
- связанное финансирование проекта, частично за счет собственных средств заемщика;
- наличие в структуре менеджмента и организация работы с проблемными кредитами;
- защитная конверсия условий долга, предусмотренная в договорах (улучшение информационного обеспечения, рост залогов, штрафы, пени, неустойки, увеличение процентов и т.д.);
- деятельность внутренних специальных организационных структур (отделы кредитоспособности, службы безопасности и т.д.);
- платные услуги специализированных фирм, помогающих заемщику (консультации, финансовая поддержка) вернуть долг;
- использование юридической ответственности (во многих странах в законодательстве предусмотрены уголовные наказания за умышленное банкротство, за повышенную опасность бизнеса, за искажение предоставленной информации и т.д.);
- а также нацеленные на результирующую сторону кредитного риска (минимальные последствия, убытки):
- диверсификация кредитного портфеля в направлении любой или комплекса качественных характеристик кредита в целях уменьшения концентрации риска;
- ограничение размеров кредита выдаваемых одному заемщику;

- создание альтернативных денежных потоков (иногда этот метод носит название - обеспечение возврата ссуд) в виде залогов, гарантий, поручительств, страховок, создания резерва против рисков;
- выдача дисконтированных ссуд;
- секьютеризация - продажа обслуживания долга 3-му лицу со скидкой.

Анализ основных банковских рисков должно осуществляться как в статике (определение уровня конкретного (интегрального) риска на конкретную дату), так и динамике (выявление и исследование тренда за определенный период с формированием прогнозных вариантов). Для оценки влияния каждого риск-фактора на уровень интегрального риска необходимо оценивать эластичность фактора — мера реагирования одного риск-фактора на изменение уровня интегрального риска.

4.5. Управление инвестиционными рисками

4.5.1. Методы оценки инвестиционных рисков

Анализ рисков - процедуры выявления факторов рисков и оценки их значимости, по сути, анализ вероятности того, что произойдут определенные нежелательные события и отрицательно повлияют на достижение целей проекта. Анализ рисков включает оценку рисков и методы снижения рисков или уменьшения связанных с ним неблагоприятных последствий. В работе [2] сформулирована модель алгоритма управления рисками инвестиционного проекта (рис.4.10).

Важным этапом оценки инвестиционных рисков является определение качественным или количественным способом величины (степени) риска. Все методы, применяемые для оценки рисков проекта и управления ими, как уже указывалось, можно условно разделить на качественные и количественные.

Качественные методы используются на первых этапах анализа с целью выявить потенциальные «узкие» места инвестиционного проекта и облегчить дальнейшие расчеты количественной величины риска.

Количественные методы оценки риска позволяют численно определить размеры отдельных видов рисков и риска проекта в целом.

В настоящее время наиболее эффективным является комплексный подход к анализу инвестиционных рисков. С одной стороны, такой подход позволяет получать более полное представление о возможных результатах реализации инвестиционного проекта, т.е. обо всех позитивных и негативных неожиданностях, ожидающих инвестора, а с другой стороны, делает возможным широкое применение математических методов (в особенности вероятностно-статистических) для анализа рисков.

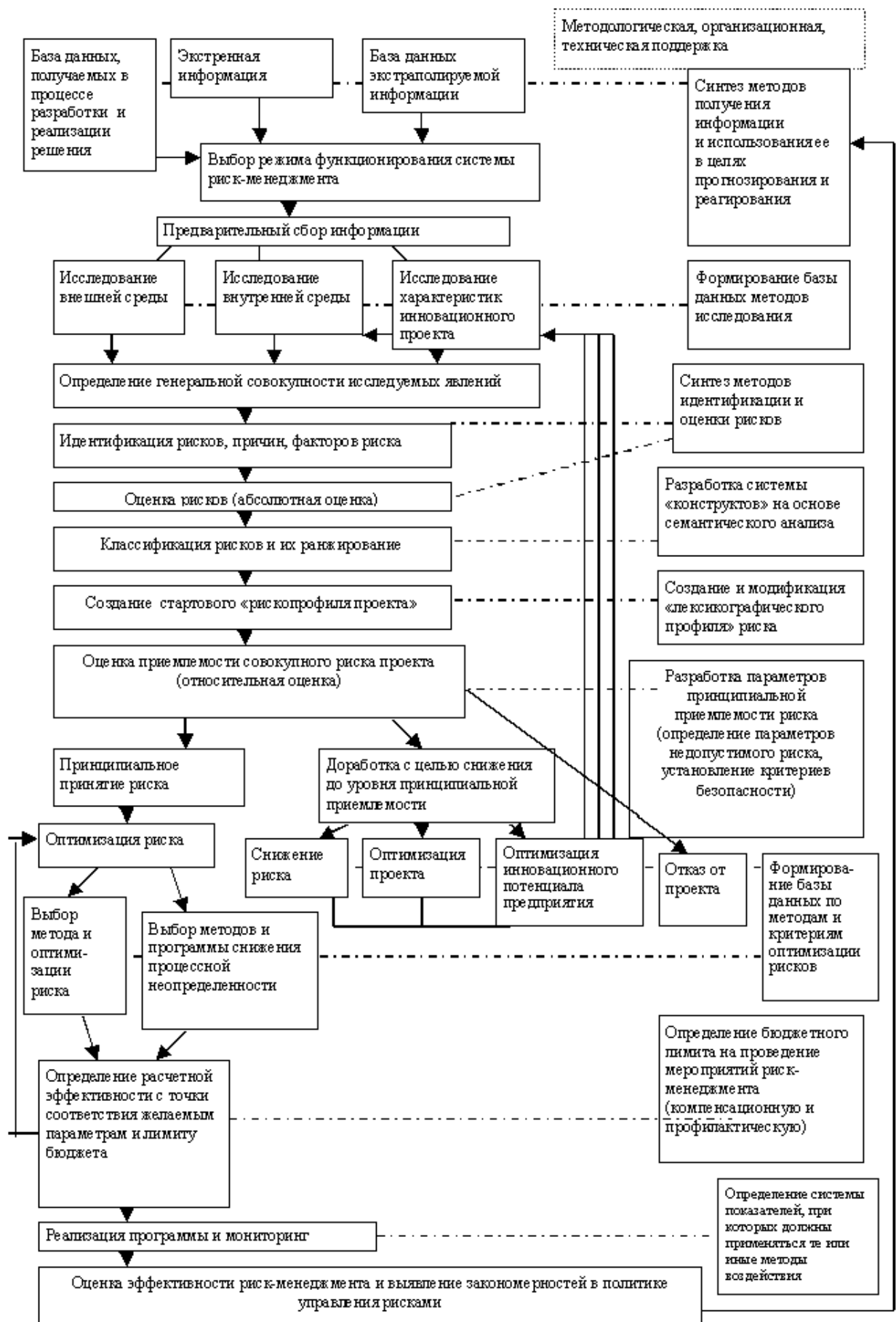


Рисунок 4.10. Алгоритм управления рисками инвестиционного проекта

Среди методов анализа риска инвестиционных проектов выделяют следующие: - анализ чувствительности проекта (sensitivity analysis), - анализ сценариев развития проектов (scenery analysis), - анализ безубыточности проектов (cost-volume-profit analysis), - имитационный анализ и моделирование (Monte Carlo simulation) результатов проекта, - анализ альтернатив развития проекта на базе дерева решений (decision tree analysis) [63].

Так например, один из самых простых способов – анализ чувствительности – позволяет оценить и проанализировать коэффициент чувствительности результативного параметра проекта. Т.е. оценивается целевой параметр проекта (например чистая приведенная стоимость денежных потоков проекта — NPV) и сравнивается с некоторым пороговым значением данного показателя

$$NPV = \sum PV(NCF_t) = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+k)^t},$$

где NCF_t — величина чистого денежного потока проекта; k — норма дисконтирования; t — временная отдаленность денежного потока от изначальной точки.

На основании сравнения значения параметра с критическим принимают решение о инвестировании в данный проект. Алгоритм реализации метода анализа чувствительности включает следующие процедуры:

1. Формирование модели бюджетов проекта.

2. Оценивают эффективность проекта по исходным данным (цена продукта, объем предполагаемых продаж, процентная ставка дисконтирования, ставка по кредитам, предполагаемый уровень инфляции и т. д.), (X_1, X_2, \dots, X_n) . Результативным параметром является NPV проекта.

3. Рассчитывают несколько вариантов параметров проекта для различных (возможных) значений исходных данных. Каждый вариант варьирует один из множества исходных параметров $X_j \in (X_1, X_2, \dots, X_n)$ в рамках определенного возможного диапазона изменения параметра. Обычно эти изменения идут с определенным шагом, например, -20% ; -10% ; 0% ; $+10\%$; $+20\%$ (от исходного значения параметра, X_j). На основании вариативных данных строят матрицу альтернативных моделей проекта.

4. Вычисляют относительные темпы прироста полученных значений критерия эффективности (NPV) по отношению к базовому варианту для всех альтернатив.

5. Сопоставляют полученные значения удельного прироста критерия эффективности (NPV) с удельным приростом переменного параметра (X_j).

б. Повторяя процедуру пп. 3–5, для других исходных параметров $(X_1, X_2, \dots, X_n) \neq X_j$, приняв в качестве переменных каждый из них по отдельности и зафиксировав другие.

Результаты анализа обычно представляют в виде графика, получившего название паукообразной диаграммы (spider diagram). На диаграмме строятся линии реакции удельного изменения критерия от изменения переменной характеристики X_j . Каждая линия показывает поведение критерия (NPV) на изменение переменного параметра. Факторы, которые вызывают наибольшее удельное изменение критерия эффективности и определяют наибольший возможный риск. Именно для них и требуется сформировать схему управления данным риском. Другие методы анализа являются более сложными но и более достоверными. К ним например, относится метод имитационного моделирования, который рассмотрим во 2 разделе.

В количественной теории рисков выделяют следующие виды математических моделей: прямые, обратные и задачи исследования чувствительности. В прямых задачах оценка риска, связанная с определением его уровня, происходит на основании априори известной информации. В обратных задачах устанавливаются ограничения на один или несколько варьируемых исходных параметров с целью удовлетворения заданных ограничений на уровень приемлемого риска. Основная идея метода исследования чувствительности, применяемого в связи с неизбежной неточностью исходной информации, состоит в анализе уязвимости, степени изменяемости результативных показателей по отношению к варьированию параметров моделей (распределение вероятностей, областей изменения тех или иных величин и т.п.). Выводы исследования чувствительности инвестиционного проекта отражают степень достоверности полученных при анализе проектных результатов. В случае их недостоверности аналитик будет вынужден реализовать одну из следующих возможностей:

- уточнить параметры, неточность которых является наиболее существенной в искажении результата;
- изменить методы обработки исходных данных с целью уменьшения чувствительности ответа;
- изменить математическую модель анализа проектных рисков;
- отказаться от проведения количественного анализа рисков проекта.

Широко применяются для анализа инвестиционных проектов следующие классы математических моделей, учитывающие неопределенность и различающиеся по способам ее описания:

- стохастические модели;
- лингвистические модели;

- нестохастические (игровые) модели.

Можно классифицировать существующие методы анализа риска и связанные с ними модели по следующим направлениям:

I. в зависимости от привлечения вероятностных распределений:

- методы без учета распределений вероятностей;
- методы с учетом распределений вероятностей.

II. в зависимости от учета вероятности реализации каждого отдельного значения переменной и проведения всего процесса анализа с учетом распределения вероятностей:

- вероятностные методы;
- выборочные методы.

III. в зависимости от способов нахождения результирующих показателей по построению модели:

- аналитический метод;
- имитационный метод.

Признаком подхода методов I группы является то, что для каждой стохастической величины берется лишь одно ее значение. Цель такого "сгущения" риска экзогенной переменной - это получение возможности применения методов, разработанных для анализа в ситуации определенности без каких-либо изменений.

Результатом расчетов по модели, сконструированной для подхода II, будет не отдельное значение результирующей переменной, а распределение вероятностей. Вероятностные методы предполагают, что построение и расчеты по модели осуществляются в соответствии с принципами теории вероятностей, тогда как в случае выборочных методов все это делается путем расчетов по выборкам.

Характерной чертой подхода II является использование методов моделирования принятия решений. Здесь можно выделить целевой, оптимизационный и системный подходы. Целевому подходу свойственно четкое задание целей при конструировании модели. Любое изменение целевых показателей ведет к реконструкции самой модели и требует новых расчетов, что связано с дополнительными затратами. Применение данного подхода наиболее целесообразно в случае необходимости постоянно принимать решения в аналогичных ситуациях с точно заданными целями.

Системный подход связан с построением модели, направленной исключительно на отражение реальности, а не сформулированной системы целей. В результате оценки такой модели и расчетов по ней формируется описание поведения реальной системы, но не оптимальная стратегия действий. Затем выбирается система целей и становится возможным принятие решений с помощью прогнозной информации о

поведении системы и сделанных предположений. Возникающие в процессе инвестиционного проектирования изменения целей не приводят к изменению самой модели и не требуют новых расчетов.

Подход III выделяет аналитический и имитационный способы нахождения результирующих показателей по построенной модели. Аналитический способ получения результатов осуществляется непосредственно на основе значений экзогенных переменных. К его преимуществам относится быстрота нахождения решения, к недостаткам - необходимость адаптации поставленной задачи к имеющемуся в распоряжении математическому аппарату и относительная небольшая его "прозрачность".

Имитационный способ базируется на пошаговом нахождении значения результирующего показателя за счет проведения многократных опытов с моделью. Основные его преимущества - прозрачность все расчетов, простота восприятия и оценки результатов анализа проектов всеми участниками процесса планирования. В качестве одного из серьезных недостатков этого способа можно назвать существенные затраты на расчеты, связанные с большим объемом выходной информации.

Метод имитационного моделирования осуществляется несколькими способами, но наиболее широко распространенным является метод Монте-Карло (Monte-Carlo Simulation) позволяющий построить математическую финансовую модель некоторой ситуации (в том числе инвестиционного проекта), с учетом вероятностных распределений параметров, взаимосвязей между изменениями параметров (корреляцию) и получить распределение доходности по данной ситуации (проекту).

Обобщенная схема формирования модели представлена на рис.4.11 [20].

Применение метода Монте-Карло требует использования специальных пакетов ПП (например, Risk-Master или др.). Данный метод анализа рисков представляет собой совокупность подходов по методу анализа чувствительности и анализа сценариев. Результатом анализа является распределение вероятностей возможных результатов проекта (например, вероятность получения $NPV < 0$).

Процедура анализа риска на базе имитационного моделирования позволяет не просто определить тенденции развития ситуации, но и предугадать поведение самих исходных переменных.

Если исходные переменные соответствуют закону нормального распределения, то алгоритм имитационного моделирования может быть представлен в виде следующих шагов:



Рисунок 4.11. Алгоритм формирования имитационной модели для анализа риска

1. Формируется модель обоснования проекта в виде некоторого бюджета исходных данных.

2. Определяется модель расчета с несколькими исходными (X_1, X_2, \dots, X_n) и (возможно), одним выходным параметром Y , $(X_1, X_2, \dots, X_n) \rightarrow Y$. Обычно, в качестве параметра Y выбирается результативный целевой показатель, например NPV , CF или др.

3. Выбираем переменный параметр X_j для вариации. При этом, его значения задаются случайными числами с законом распределения, характерным для поведения исходного переменного параметра при остальных фиксированных значениях. Серии случайных чисел могут составлять последовательности до десятков тысяч значений, имитирующих изменение параметра X_j .

4. Определяем поведение результирующего параметра (Y), для чего рассчитывают асимметрию и эксцесс результирующего параметра.

5. На основании полученных моделей, сопоставляем соответствующие законы поведения исходных параметров с законом

поведения параметра Y . Изменения в параметрах распределения результирующего критерия эффективности Y по отношению к параметрам поведения исходного фактора (X_j) будут указывать на значимость, уровень риска и тенденцию к изменению результирующего параметра проекта.

6. Делаются соответствующие выводы о критичности исходных переменных при их воздействии на результат и составляем план управления факторами риска.

Данный метод является достаточно трудоемким, предусматривает циклическое повторенные вычислений несколько тысяч раз в среде специализированного ПО (Project Expert и др.). Обычно, данный метод оправдан для больших и дорогостоящих проектов.

Анализ результатов имитационного моделирования проводится на базе оценки как кумулятивного, так и некумулятивного профиля риска. Кумулятивный профиль (график распределения) риска более полезен в случае выбора наилучшего проекта из представленных альтернатив, в то время как некумулятивный профиль риска лучше отражает вид распределения и определяет математическое ожидания. Иногда, в качестве уровня риска используют показатель - *нормированный ожидаемый убыток (НОУ)*, который определяется как отношение ожидаемого убытка к ожидаемой стоимости:

$$НОУ = \text{ожидаемый убыток} / (\text{ожидаемый выигрыш} + \text{ожидаемый убыток})$$

Этот показатель принимает значения от 0 (отсутствие ожидаемого убытка) до 1 (отсутствие ожидаемого выигрыша), а на графике профиля он представляется как отношение площади под профилем риска ко всей площади риска.

В случае, если показатель НОУ, равен или превышает 30%, (НОУ > 30%) то для инвестиций в проект необходимо определить мероприятия по снижению риска, позволяющие изменить исходные данные, для уменьшения риска. Обычно, для этого предусматривают разработку типовых решений (сценариев) для корректировки условий реализации проекта. здесь также можно предусмотреть специфические механизмы стабилизации, обеспечивающие защиту интересов при неблагоприятном изменении условий. Здесь можно либо снизить степень самого риска, либо перераспределить \ риск между инвесторами. Применение таких стабилизационных механизмов требует дополнительных затрат. Таким образом, если удастся снизить риск так, что НОУ становится меньше 30%, то выбирают проект, у которого коэффициент вариации минимальный. Если риск не удастся снизить до требуемого уровня, то проект отклоняется.

Если же НОУ < 30% , то необходимо все-таки создать страховой фонд в размере определенной доли от основной суммы инвестирования. Этот

резерв используется только в случае наступления крайних ситуаций. Можно создавать страховой фонд и на базе страховой компании.

Несмотря на свои достоинства, метод Монте-Карло не сильно распространен и не используется слишком широко в бизнесе. И напрасно, так как позволяет более точно оценить уровень рисков. Одной из причин слабого применения является неопределенность функций плотности переменных, которые используются при подсчете потоков наличности.

Другая проблема, которая возникает при использовании метода Монте-Карло, состоит в том, что он также как и другие методы не дает однозначного ответа на вопрос об инвестировании в данный проект, так как результаты анализа, проведенного методом Монте-Карло, дают значение ожидаемой чистой приведенной стоимости проекта и плотность распределения этой случайной величины. Однако эти результаты не позволяют определить, действительно ли прибыльности проекта достаточно для компенсации рисков по проекту. Прибыльность оценивается по стандартному отклонению и коэффициенту вариации. Обычно метод Монте-Карло не используют также и потому, что модель сложна в построения вероятностной модели и требует множество вычислений. Однако, если модель составлена корректно, то она дает весьма надежные результаты, позволяющие судить как о доходности проекта, так и о его устойчивости (чувствительности).

В группе *аналитических методов* достаточно часто используется подход, который называется регрессионный анализ рисков, в группу которого включаются однофакторные, многофакторные, линейные, нелинейные, динамические и прочие виды моделей анализа.

Так например, анализ корпоративных рисков для финансового управления проводится в работе [72].

Регрессионный анализ рисков. Для оценки рисков производственных корпораций, в сфере финансового управления, критерием корпоративной эффективности обычно является показатель, который отражает опасность снижения операционных денежных потоков. Поэтому, в качестве стоимостного измерителя корпоративного риска обычно выбирают показатель кэш-фло. Такая модель риска имеет название *C-FaR* (кэш-фло в условиях риска), для расчета которой используются не только базовые финансовые факторы риска, но и специфичные, влияющие на операционные денежные потоки (например изменение спроса на продукцию компании, ценовая политика конкурентов, отраслевые результаты НИОКР). На настоящее время существует несколько альтернативных подходов измерения корпоративного риска:

— методология CorporateMetrics группы RiskMetrics, которая ориентирована на измерение риска трейдеров, работающих с ликвидными финансовыми инструментами.

— методология NERA (*National Economic Research Associates*), для расчета показателей которой используется публичная отчетность компании.

— методология, основанная на применении регрессионного анализа рисков. На сегодняшний день это наиболее перспективный метод.

Наиболее универсальным методом является подход вычисления уровня риска (*CFaR*) на базе регрессионного анализа рисков. Значение *CFaR* представляет собой прогнозную оценку вероятностного распределения операционных денежных потоков (кэш-фло) компании на один период вперед. Процедура прогноза строится на основании многофакторного уравнения регрессии, отражающего зависимость уровня риска от исходных факторов корпоративного риска. Метод регрессионного анализа рисков позволяет определить величину отклонения реального денежного потока от его ожидаемого значения вследствие изменения исходных факторов риска. Это отклонение может быть измерено по значению *CFaR* с определенной вероятностью.

В качестве измерителя результативного показателя, кроме показателя *CFaR* может использоваться показатель *EBITDA* (доход до уплаты налога на прибыль, процентов и амортизации) [72].

Алгоритм расчета уровня риска по показателю *EBITDA* включает следующие шаги:

1. *Анализ источников корпоративных рисков.* Модель корпоративных рисков включает следующие группы факторов макроэкономического и рыночного риска: - цены на товары, используемые и производимые корпорацией, - обменные курсы, - уровень инфляции. - процентные ставки. Закономерность воздействия исходных факторов на уровень корпоративного риска определяется многофакторным уравнением связи, задаваемой на базе регрессионного анализа. Регрессионное уравнение позволяет определить чувствительности показателя кэш-фло корпорации к факторам риска и описывается следующим уравнением

$$CF_t^{DB} - E_{t-1}[CF_t^{DB}] = \beta_0 + \beta_1(\pi_t^{DB} - E_{t-1}[\pi_t^{DB}]) + \beta_2(\pi_t^{NB} - E_{t-1}[\pi_t^{NB}]) + \beta_3(S_t^{DB/NB} - E_{t-1}[S_t^{DB/NB}]) + \beta_4(i_t^{DB} - E_{t-1}[i_t^{DB}]) + \beta_5(i_t^{NB} - E_{t-1}[i_t^{NB}]) + \beta_6(P_t^{DB} - E_{t-1}[P_t^{DB}]) + \varepsilon_t$$

где CF_t^{DB} — кэш-фло корпорации во внутренней (domestic) валюте в период t ;

π_t — темпы инфляции в период t ;

$S_t^{DB/MB}$ — спотовый обменный курс внутренней валюты по отношению к иностранной валюте в период t ;

i_t — процентные ставки в период t ;

P_t — рыночная цена используемых и производимых товаров в период t ;

E_{t-1} — оператор математического ожидания в период $t - 1$;

ε_t — изменения в кэш-фло в период t , не зависящие от макроэкономических и рыночных факторов риска.

2. *Прогнозирование риск-факторов.* Так как уровень риска оценивается через вариацию финансовых показателей, то необходимо определить прогноз ожидаемых изменений факторов риска. Для прогноза факторов риска используются эконометрические модели экономических процессов.

3. *Формирование регрессионной модели корпоративных рисков.* Для построения модели задается целевой показатель (результативная переменная), в качестве которого можно использовать показатель *EBITDA*. Независимыми переменными модели берутся средние значения цен на сырьевые товары, обменных курсов, темпов инфляции и процентных ставок за квартал. Модель может быть построена как для абсолютных значений переменных, так и для разностей (например разность первой степени) или процентных изменений в данных. Коэффициенты регрессионного уравнения задают маргинальный вес конкретного фактора риска (исходной переменной).

4. *Имитационное моделирование риск-факторов с заданной ковариационной структурой методом Монте-Карло.* Для вычисления кэш-фло в условиях риска (*CFaR*) требуется формирование ковариационной матрицы риск-факторов, влияющих на денежные потоки компании. Используя эту матрицу, генерируют (около 10 000) сценарии прогноза факторов риска, имеющих заданную структуру ковариации и случайной ошибки регрессии. Для моделирования могут быть использованы специальные статистические ППП.

5. *Использование множества сценариев развития ситуации в регрессионной модели анализа рисков для вычисления вероятностного распределения кэш-фло (денежных потоков) корпорации.* Здесь вычисляются возможная динамика кэш-фло для факторов риска, взвешенных на соответствующие регрессионные коэффициенты модели регрессии. С учетом случайной «ошибка» регрессии получают вероятностное распределение *EBITDA* корпорации на следующий период.

6. *Вычисление CFaR.* На основе полученного вероятностного распределения *EBITDA*, вычисляется среднее значение распределения и достоверность ожидаемого значения критерия эффективности (*EBITDA*).

Полученные данные по уровню корпоративного риска дают возможность использовать полученную информацию для хеджирования рисков. Тем самым можно оценить влияние различных стратегий хеджирования на уровень риска (*CFaR*).

4.5.2. Управление инвестиционными проектными рисками

В практике управления рисками инвестиционных проектов существует достаточно большое число *количественных методов*, начиная с простых и заканчивая более сложными.

К числу основных относятся:

1. Вероятностный (статистический) метод;
2. Анализ чувствительности;
3. Сценарный подход.

В отечественной практике наиболее широкое распространение получает метод **анализа чувствительности (устойчивости) инвестиционного проекта**. В частности, в *Правилах по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов* отмечается, что требуется проводить анализ устойчивости (чувствительности) проекта в отношении его параметров и внешних факторов. Обязательным является многофакторный анализ чувствительности проекта к изменениям входных показателей (цены, объема производства, элементов затрат, условий финансирования, инфляционных процессов и иных факторов).

Анализ чувствительности (устойчивости) проекта позволяет выявить абсолютную величину изменения эффективности проекта в зависимости от заданного изменения одной из риск-переменных.

При проведении анализа чувствительности выделяют две основные категории факторов: по их влиянию на объем поступлений и на размеры затрат.

Поэтому к факторам прямого воздействия относят:

- показатели инфляции;
- физический объем продаж на рынке;
- долю компании на рынке;
- потенциал роста и колебания рыночного спроса на продукцию;
- рыночную цену и тенденции ее изменения;
- переменные издержки и тенденции их изменения;
- постоянные издержки и тенденции их изменения;
- требуемый объем инвестиций;
- стоимость привлекаемого капитала в зависимости от источников и условий его формирования.

Алгоритм проведения расчетов по данному методу приведен на рис.4.12.

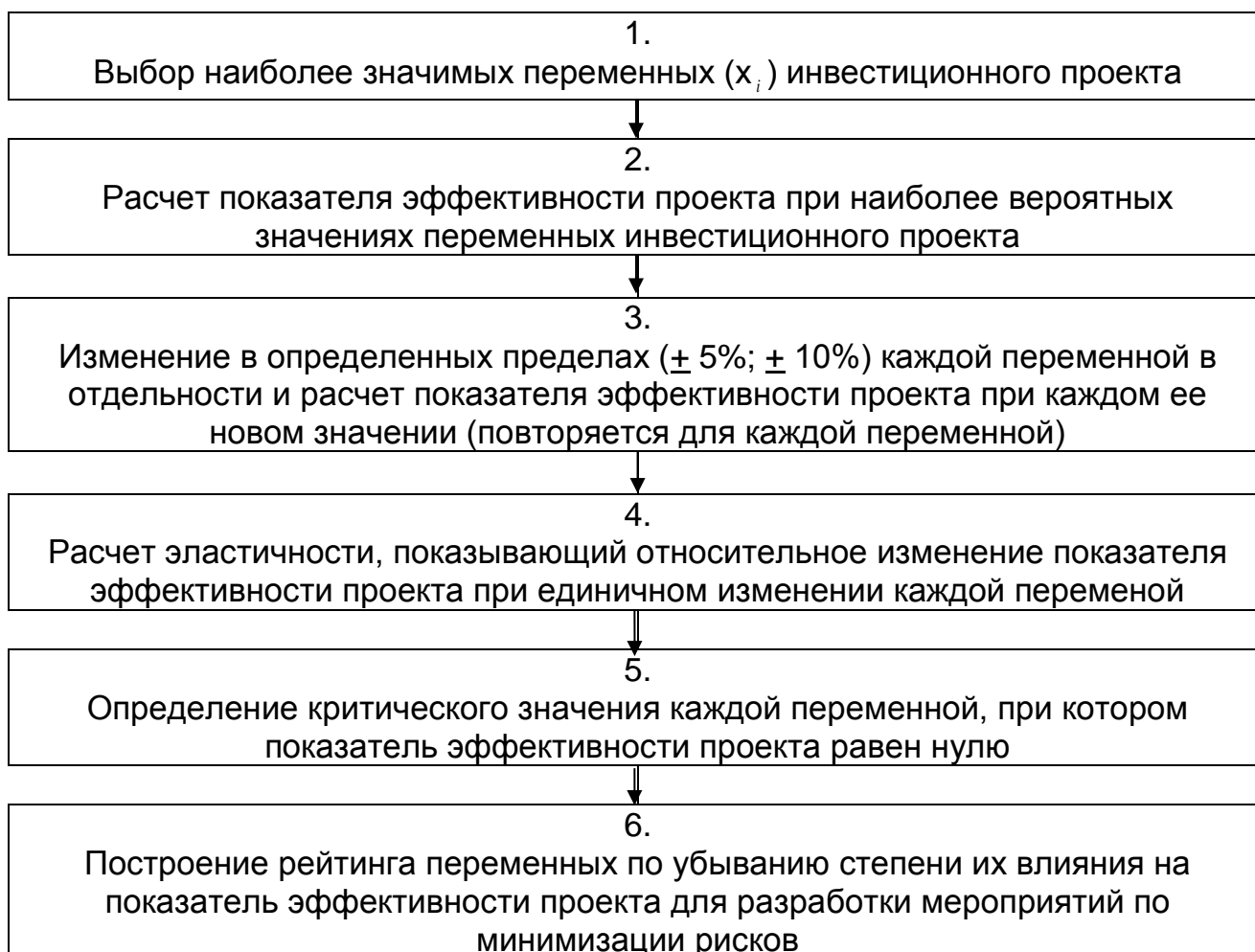


Рисунок 4.12. Алгоритм проведения расчетов по методу «анализ чувствительности инвестиционного проекта»

В качестве показателей эффективности проекта могут использоваться статические и динамические показатели.

Другой подход анализа и управления инвестиционных рисков приводится в работе [77], где выделяются основные источники и факторы риска, для анализа которых предлагается использовать FMEA-методологию диагностики уровня риска и оценки возможного ущерба. Данная методология представляет собой технологию по анализу возможностей возникновения дефектов и оценки их влияния на инвестиционный проект. Предлагаемая авторами процедура анализа включает следующие этапы (рис.4.13).

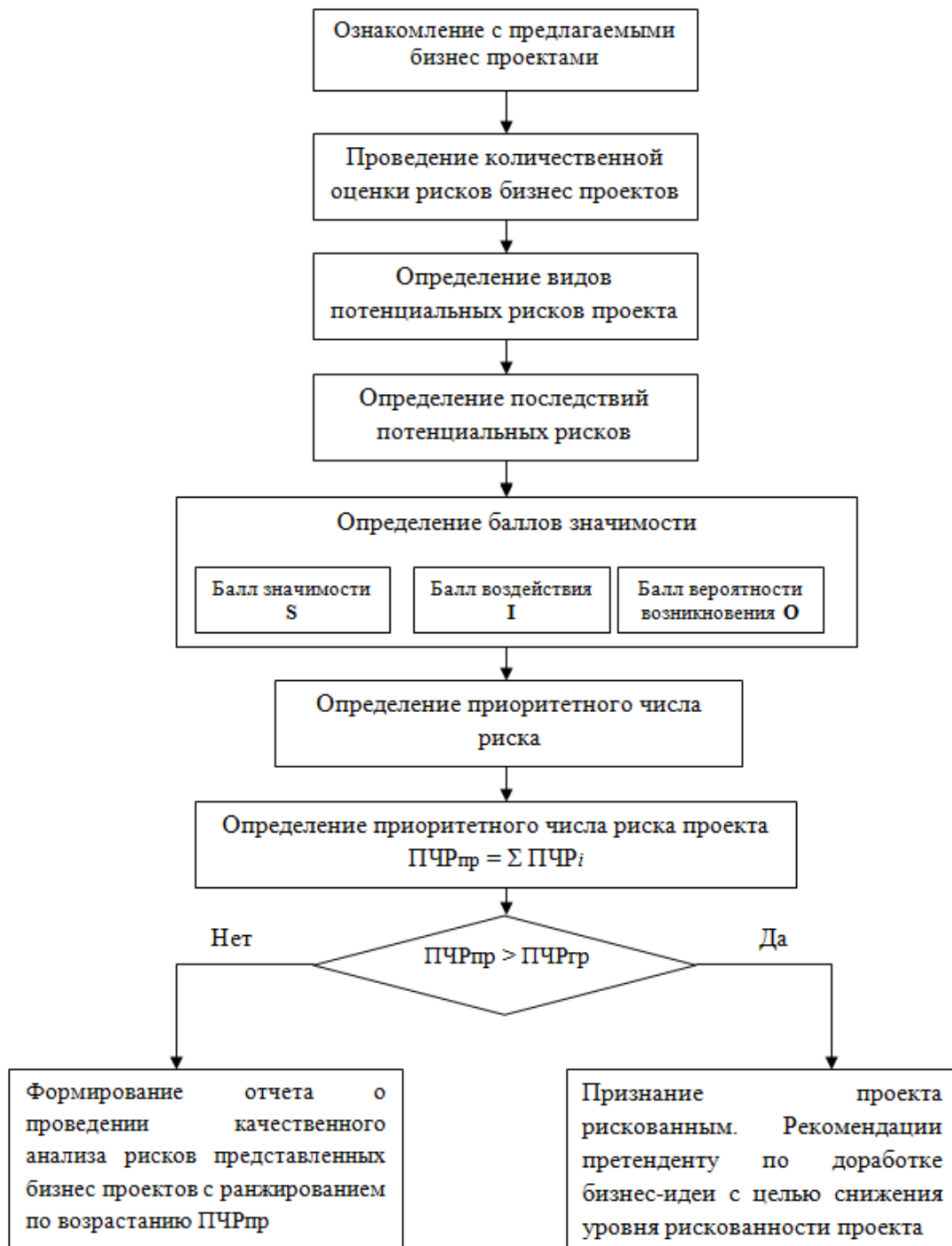


Рисунок 4.13. Блок-схема проведения качественной оценки рисков инвестиционного проекта [69]

Величина среднего риска (R) определяется следующим выражением

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij}(V) P_j P_i(j, z_j) X_i,$$

где P_i - вероятность получения ущерба размера в результате наступления неблагоприятного события i -го типа;

P_j – вероятность наступления неблагоприятного события j -го типа;
 X_i – величина ущерба (обычно в стоимостном выражении);
 R – количественная мера риска;

n – число возможных вариантов ущерба при наступлении рисковогó события;

$g_{ij}(V)$ – вероятность выбора ситуации (V) с вероятностью наступления рисковогó события P_j и законом распределения ущерба $P_i(j, z_j)$, зависящим от принятых защитных мероприятий z_j .

Процедура анализа рисков состоит из двух уровней и восьми этапов. Первый уровень состоит из пяти этапов и сводится к обобщенной оценке рисков (по возможным вероятным ситуациям). Второй уровень состоит из этапов риск-анализа и предусматривает осуществление процедуры управления рисками.

Последовательность всех этапов анализа можно представить в виде следующей схемы (рис. 4.14).

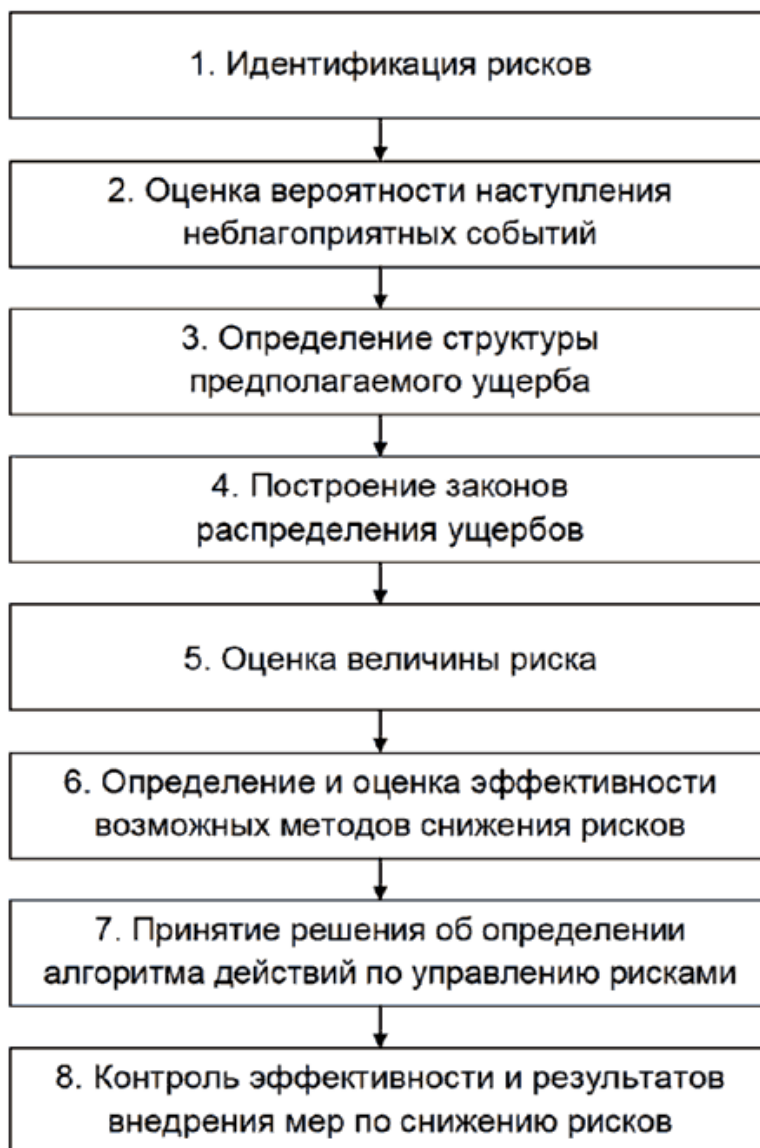


Рисунок 4.14. Последовательность этапов анализа рисков

Представленный алгоритм анализа рисков универсален, но каждый из этапов имеет отличительные особенности в зависимости от сферы применения, целей и объекта рисков.

4.5.3. Методы анализа проектных рисков

Анализ и оценка данного типа рисков может быть проведена с использованием общих методов и подходов исследования рисков. Однако, с учетом особенностей такого экономического объекта как проектный риск, обычно используются дополнительные подходы. Обобщенная система методов для оценки инвестиционных проектных рисков приведена в табл.4.6.

Таблица 4.6. Методы оценки проектных рисков

№ п/п	Метод	Сущность	Сфера применения
Качественные методы			
	Метод аналогий	Исследование накопленного опыта по проектам-аналогам с целью расчета вероятностей возникновения потерь	Оценка риска часто повторяющихся проектов
	Метод уместности затрат	Исследование факторов, влияющих на перерасход средств и оценка вероятности их возникновения	Мониторинг рисков в процессе управления проектом
	Метод экспертных оценок	Комплекс логических и математико-статистических методов и процедур по переработке необходимой информации, связанных с деятельностью эксперта	Идентификация рисков, ранжирование рисков, качественная оценка
	SWOT анализ	Таблица, позволяющая наглядно противопоставлять сильные и слабые стороны проекта, его возможности и угрозы	Экспертная оценка рисков
	«Роза» («звезда»), «спираль» рисков	Иллюстративная экспертная оценка рискованности факторов	Ранжирование рисков
Количественные методы			
	Метод ставки процента с поправкой на риск	Увеличение безрисковой ставки процента на величину надбавки за риск (рисковая премия)	Дополнительный учет факторов риска при расчете эффективности проекта

Метод критических значений	Нахождение тех значений переменных (факторов), проверяемых на риск, которые приводят расчетную величину соответствующего критерия эффективности проекта к критическому пределу	Мониторинг рисков в процессе управления проектом в условиях риска и неопределенности
Анализ чувствительности	Анализ поведения критериальных показателей проекта в результате изменения только одного рискового фактора (однофакторный анализ)	Количественный анализ рискованности
Сценарный подход	Анализ поведения критериальных показателей проекта в результате изменения спектра рисковых факторов (многофакторный анализ)	Количественный подход в анализе и управлении рисками
Статистический подход	Использование числовых значений показателей дисперсии, среднеквадратичного (стандартного) отклонения, коэффициента вариации	Количественная оценка рисков нескольких проектов (или вариантов одного проекта)
Метод дерева решений	Метод принятия статистических решений при выборе одного из альтернативных вариантов и формировании оптимальной стратегии	Анализ рисков виртуального проекта Управление проектом

Кратко рассмотрим некоторые из приведенных групп методов.

Анализ уместности затрат. Этот метод базируется на предположении, что перерасход средств может быть вызван следующими факторами:

- изначальная недооценка стоимости проекта в целом или его отдельных фаз и составляющих;
- изменение границ проектирования, обусловленное непредвиденными обстоятельствами;
- отличие производительности машин и механизмов от предусмотренной проектом;
- увеличение стоимости проекта в сравнении с первоначальной вследствие инфляции или изменения налогового законодательства и др.

В каждом конкретном случае несложно составить контрольный перечень возможного повышения затрат по статьям для каждого варианта проекта или его элементов.

Поэтапное выделение средств позволяет инвестору при первых признаках того, что риск вложений растет, или прекратить финансирование проекта, или же начать поиск мер, обеспечивающих снижение затрат.

Метод аналогий. При анализе рискованности нового проекта полезными могут оказаться сведения о последствиях воздействия неблагоприятных факторов на другие столь же рискованные проекты.

В связи с этим определенный интерес представляет опыт авторитетных западных страховых компаний, которые регулярно публикуют данные:

- о тенденциях изменения спроса на конкретную продукцию,
- о тенденциях изменения цен на сырье, топливо и землю,
- рейтинги надежности проектных, подрядных, инвестиционных и прочих компаний и т. п.

Учитывая недостаточный уровень развития страхового бизнеса в Беларуси, сбором и обобщением упомянутых сведений вынуждены заниматься непосредственно организации, реализующие инвестиционные проекты, путем изучения литературных источников, проведения исследовательских работ, опроса менеджеров проектов и т. д. Опираясь методом аналогий, следует проявлять определенную осторожность, так как, на любой проект влияет множество факторов, которые могут наслаиваться один на другой и приводить к абсолютно другим результатам.

Метод экспертных оценок заключается в возможности использовать опыт экспертов в процессе анализа проекта и учета влияния разнообразных качественных факторов.

Достоинствами экспертного анализа рисков являются: отсутствие необходимости в точных исходных данных и дорогостоящих программных средствах, возможность проводить оценку до расчета эффективности проекта, а также простота расчетов. К основным *недостаткам* следует отнести трудность в привлечении независимых экспертов и субъективность оценок. Обычно экспертные методы анализа рисков применяют на начальных этапах работы с проектом в случае, если объем исходной информации является недостаточным для количественной оценки эффективности (погрешность результатов превышает 30%) и рисков проекта. Оценка проводится экспертом, который использует свои компетенции и способности в данной проблемной области (знания, умение, опыт, интуицию и т.п.) для нахождения нужного, наиболее эффективного решения.

Существует несколько возможных формальных процедур экспертного анализа риска. Наибольшее распространение имеют:

- SWOT анализ;
- «роза» («звезда») и «спираль» рисков.

Подробнее рассмотрим приведенные методы анализа

Процедура SWOT анализа. На основе анализа проводится исследование фактов риска, которые разбиваются на 4 группы: - факторы

характеризующие сильные стороны ситуации, - факторы слабостей, - факторы возможного увеличения эффективности, - факторы-риски угрожающие ситуации. Все факторы формируются в стандартную матрицу (табл.4.7)

Таблица 4.7. Пример SWOT анализа

2. Сильные стороны	3. Слабые стороны
Наличие технологии переработки продукции Наличие источника отходов Наличие помещений для организации производства Соответствие стратегии устойчивого развития (ресурсосбережение, переработка отходов)	Неопределенность с источниками финансирования Слабое исследование рынка (конкурентов, объема спроса на конечную продукцию) Слабая изученность рисков инвестиционного проекта
1. Возможности	4. Угрозы
Регистрация в качестве резидента Высокие темпы роста строительства в регионе Выход на международные рынки	Возможность изменения условий деятельности инвесторов Высокий уровень конкуренции на внутреннем и внешнем рынке

Однако, структура построения таблица следующая. На основе полученной структурной матрицы (матрицы-СВОТ) проводится ранжирование факторов и попарное сравнение сильных и слабых сторон проекта, его возможностей и угроз, которые приводятся в следующих ячейках таблицы:

- Ячейка 1 – содержит ВОЗМОЖНОСТИ, которые обеспечиваются СИЛЬНЫМИ СТОРОНАМИ проекта;
- Ячейка 2 - СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ, которые могут быть снижены из-за возможностей существующих УГРОЗ;
- Ячейка 3 – содержит факторы отражающие СЛАБОСТИ, которые не позволяют использовать любые ВОЗМОЖНОСТИ проекта;
- Ячейка 4 – содержит факторы, описывающие СЛАБОСТИ проекта, которые делают компанию уязвимой для УГРОЗ.

На основании анализа данных таблиц, разрабатываются следующие превентивные мероприятия по:

- преодолению (или избежанию) самых серьезных СЛАБОСТЕЙ;
- противостоянию (компенсации или избежанию) самых сильных УГРОЗ.

Таким образом, основное предназначение SWOT анализа – формирование наиболее важных рискообразующих факторов и разработка системы управления рисками.

Процедура «Роза» («звезда») и «спираль» рисков. Эксперты, изучив документацию и бизнес-план проекта, проводят оценку (например, по 5 или 10-балльной шкале) основных факторов риска. Чем выше уровень риска, тем больший балл выставляется. Данные нормируют и на основании их строят график («спираль») рисков, отражающий упорядочивание факторов риска.

Полученная паутинообразная диаграмма (рис.4.15) называется еще «розой» рисков.

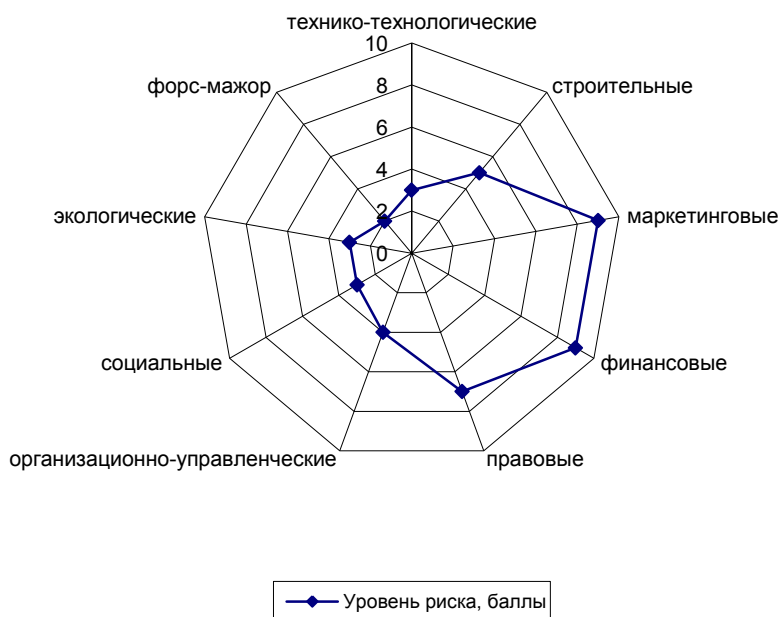


Рисунок 4.15. «Роза» рисков (паутинообразная диаграмма рисков)

На основании распределения баллов можно выделить наиболее важные факторы риска, выделить их взаимосвязи и оценить возможности по их компенсации.

Метод дерева решений. Данный метод является наиболее простым и распространенным в практике управления рисками и предполагает построение системы взаимосвязанных риск-факторов, которые могут генерировать риски в той или иной ситуации развития. Построения такого дерева предполагает тщательный анализ внешних и внутренних факторов и их систематизацию для оценки взаимосвязи между отдельными видами риска. Структура таких связей и отражает дерево рисков, и изображаются в виде иерархического дерева. Для формального построения дерева можно использовать аппликацию MS Excel Palisade Precision Tree в обычной, профессиональной либо индустриальной версии. Пример дерева рисков приведен на рис. 4.16.

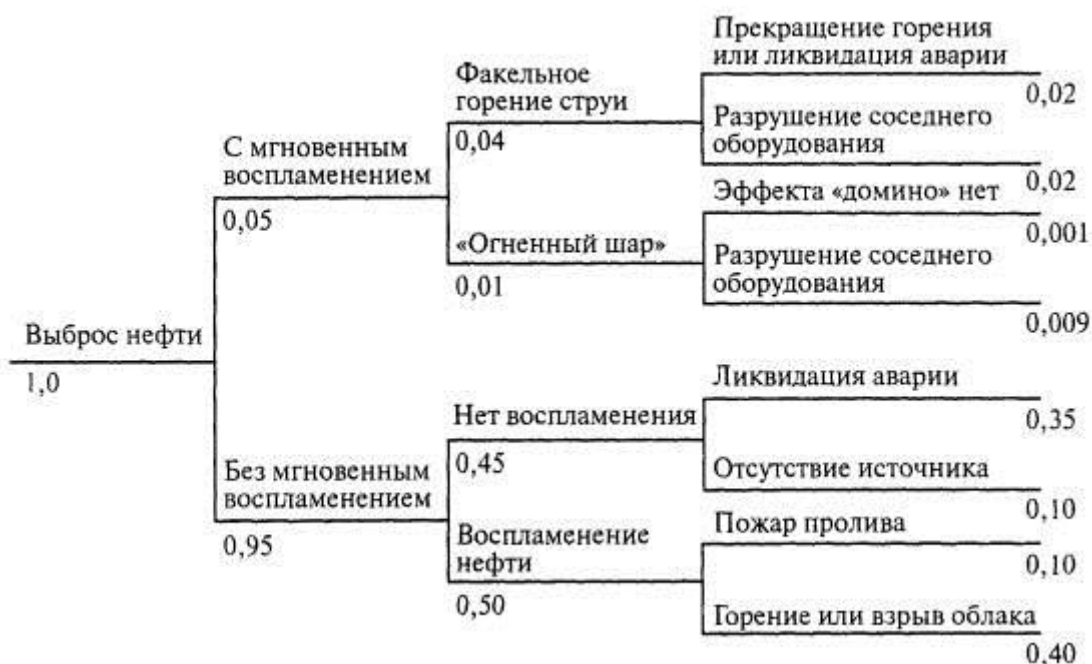


Рисунок 4.16. Пример дерева рисков компании (по производственной деятельности)¹

В структуре дерева отражаются вероятности развития ситуаций при разветвлении сценария. Следует предусмотреть все возможные варианты развития событий, каждое событие помечается уровнем вероятности. В узле, сумма вероятностей для всех исходов составляет единицу. Другим параметром дерева может быть показатель чистого денежного потока, прибыли, доходности и пр. При расчете оптимального варианта развития событий, для каждого узла рассчитывают промежуточное значение математического ожидания и промежуточную чистую приведенную стоимость. Данные для расчета математического ожидания берутся из связанных узлов, которые отображают последующие связанные варианты развития событий.

На основе математического ожидания и чистых денежных потоков рассчитываются показатели промежуточных значений критерия эффективности (чистой приведенной стоимости). Алгоритм анализа риска с использованием дерева решений имеет следующие шаги:

1. Строим дерево решений, предусматривая возможные варианты развития ситуации (факторов внешней среды - красные кружки) и все варианты выбора решения, зависящих от внутренних факторов (зеленые квадратики).

2. Выявить вероятность развития различных состояний и их последствий. Сумма вероятностей взаимоисключающих событий составляет 1.

¹ <http://complexdoc.ru/documents/9197/9197.files/image002.jpg>

3. Для каждого отдельного узла составляется бюджет положительных и отрицательных денежных потоков, для которых вычисляется чистый денежный поток, с учетом стоимости принятия решения и необходимых инвестиций для реализации.

4. Рассчитывают математическое ожидание будущих чистых денежных потоков и их чистой приведенной стоимости в каждом узле дерева.

5. Обоснование решения по выбору оптимального развития событий, а также принятия будущих решений.

6. Формируется план управления будущим развитием событий, дополняются условиями и ограничениями и доводится до будущих исполнителей проекта.

7. При развитии событий по неблагоприятному сценарию, формируется вершина (узел) для исправления ситуации.

8. Мониторинг и контроль реализации дерева решений.

Однако использование данного подхода дает преимущественно *качественную оценку* риска, что не позволяет достоверно оценить уровень (степень) риска при подготовке и реализации проекта. Применение же количественных методов, для некоторых типов проектов невозможно, в связи с отсутствием статистических показателей для количественного измерения уровня рисков.

В этих случаях возможно применение методологии, основанной на нечетких оценках риска. Так, в работах [83] вводится показатель риска, оценивающий неэффективность инвестиций. Используя инвестиционный показатель NPV , уровень нечеткого риска, в предположении, что выполняется условие $NPV_{min} < 0 < NPV_{exp}$, оценивается следующим выражением

$$V \& M = R \times \left(1 + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \times \ln(1 - \alpha) \right),$$

где:

$$\alpha = - \frac{NPV_{min}}{NPV_{exp} - NPV_{min}},$$

$$R = - \frac{NPV_{min}}{NPV_{max} - NPV_{min}}$$

Уровень риска $V\&M$ принимает значения от 0 до 1. Особенностью применения данного показателя является положение об определении диапазона неприемлемых значений риска. Таким образом, инвестор, учитывая свои инвестиционные предпочтения, может провести классификацию значений показателя $V\&M$, выделяя диапазон значений с неприоритетными (неприемлемыми) значениями риска. Сам показатель

риска $V\&M$ представляет собой лингвистическую переменную с термножеством значений, например:

$V\&M \in \{\text{Незначительная степень риска, Низкая, Средняя, Относительно высокая, Неприемлемая}\}$,

На базе такого нечеткого показателя риска можно описать риск-ситуацию соответствующим нечетким подмножеством, задавая функцию принадлежности $\mu(V\&M)$.

Пример, приведенный в [83] поясняет применение данного подхода для оценки некоторого инвестиционного проекта:

- длительность – 2 года,
- размер инвестиций составляет $I = 1$ млн. руб.,
- ставка дисконтирования может изменяться в пределах $[RD_{min}=10\% \dots RD_{max}=30\%]$,
- чистый денежный поток возможен в диапазоне $[CF_{min}=0 \dots CF_{max}= 2$ млн. руб.],
- остаточная (ликвидационная) стоимость проекта = 0.

Определим чистую современную стоимость проекта (NPV_{min} , NPV_{max}) по формулам:

$$NPV_{min} = -I + \frac{CF_{min}}{(1 + RD_{max})^1} + \frac{CF_{min}}{(1 + RD_{max})^2} = -1,0$$

$$NPV_{max} = -I + \frac{CF_{max}}{(1 + RD_{min})^1} + \frac{CF_{max}}{(1 + RD_{min})^2} = 2,5$$

На базе полученных значений, вычислим среднее (NPV_{avg})

$$NPV_{avg} = -I + \frac{CF_{avg}}{(1 + RD_{avg})^1} + \frac{CF_{avg}}{(1 + RD_{avg})^2} = 0,5$$

где $CF_{avg} = (CF_{max} - CF_{min})/2 = 1$ млн. руб.,

$RD_{avg} = (RD_{max} - RD_{min})/2 = 20\%$.

С учетом полученных данных, степень риска, вычисленная по формуле $V\&M$ составляет = 0,127, или 12,7%.

Задавая диапазон значений для функции принадлежности $\mu(V\&M)$, данное значение можно представить в виде термножества, например «Средняя степень риска».

Однако, для более достоверной и полной оценки всех рисков, которые возможны в инвестиционном процессе, в том числе в проекты развития, требуется исследовать и анализировать весь комплекс возможных рисков, который задают интегральную оценку уровня риска.

Оценка интегрального уровня проектного риска позволяет все-таки учесть большее количество факторов воздействующих на процессы разработки и реализации инвестиционного проекта и поэтому в

литературе разрабатывается методология формирования обобщенной платформы анализа, оценки и управления проектными рисками, которую рассмотрим в следующем разделе.

4.5.4. Обобщенная методика оценки проектного риска

В работах [5,101] обосновывается методика количественного анализа риска, учитывающая наиболее важные рискообразующие факторы, возникающие а этапах жизненного цикла инвестиционного проекта. При этом, система риск-факторов описывается матрицей риска, в которой сами факторы систематизированы по некоторым признакам. Т.е. матрица задает спектр возможных рисков для данного инвестиционного проекта. На основании матрицы проводится качественная и количественная оценка уровня риска, которая задается размером компенсационных затрат на вероятные рисковые события.

Алгоритм анализа проектного риска, направленный на выявление базовых риск-факторов, их оценку, группировку и учет взаимодействий, а также формирование интегрального уровня риска проекта, представлен на рис.4.17.

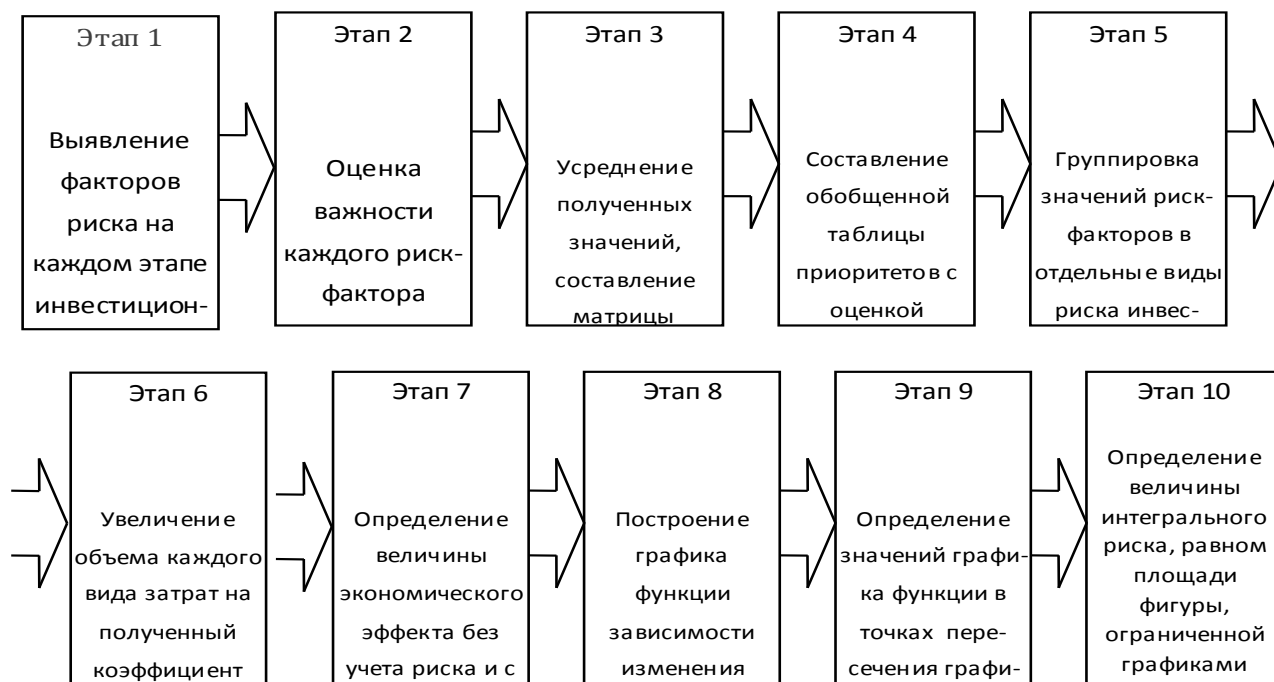


Рисунок 4.17. Блок-схема методики оценки риска инвестиционного проекта

Этап 1. Возможное множество риск-факторов, описанное в виде матрицы рисков систематизируется по этапам жизненного цикла проекта (от начала проектирования (предпроектный этап) и до эксплуатационного). Разбиение возможных видов рисков по этапам

жизненного цикла задает *матрицу возможных рисков*, элементами которой являются векторы X_i , каждый из которых является набором значений некоторого вида (i –го вида) риска в интервале времени (1,2,..., N), разбитого на этапы. На основании этих векторов строится матрица R значений риска (в соответствии с п.3.3), вида $N \times M$:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \dots & r_{2n} \\ & & \dots & \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} \dots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

где: r - возможный уровень фактора риска, n – число риск-факторов, m – число этапов жизненного цикла проекта (например: прединвестиционная, реализационная, эксплуатационная и пр., которые также может иметь разбиение на стадии).

Этап 2. Для каждого из выделенных этапов можно сформировать, в рамках существующей матрицы, блоки матрицы, элементами которой будет являться набор факторов риска, определяемых на данный момент времени. Тем самым матрица возможных рисков преобразуется в блочную матрицу текущих рисков. Для такой матрицы определяется важность каждого рискообразующего фактора, для чего можно использовать метод парного сравнения или метод анализа иерархий [22,60].

Этап 3. Определяется относительная оценка важности фактора (текущее значение важности соотносится с общим значением вес), что дает «вектор локальных приоритетов», позволяющих осуществить ранжирование факторов.

Этап 4. Полученные значения важности риск-факторов представляются в виде матрицы, элемент которой - фактор риска r_{ij} имеет значение от 0 до 1. Получаем обобщенную таблицу приоритетов рисков проекта.

Этап 5. Производится группировка факторов, представляя их в виде многоуровневой иерархической системы.

С учетом групп 1 (наиболее общего) уровня, группировка соответствующих факторов дает многофакторную модель интегрального уровня риска проекта. Каждый групповой фактор сформирован из иерархически подчиненных показателей (пример пятифакторной структуры приведен на рис. 4.18.).



Рисунок 4.18. Иерархическая структура риск-факторов проекта (1 уровень – 5 факторов)

Этап 6. Определяется эластичность риск-факторов, выявляются виды возможных рисков ситуаций и формируются способы управления этими рисками.

Этап 7. Формируется модель (финансовая) проекта с учетом рисков и без учета. Сопоставляя эти модели рассчитывают экономический эффект

$$E = V_{pp} - (C - K * C\%),$$

где: E - экономический эффект;

V_{pp} - выручка от реализации продукции;

C - себестоимость;

K - величина капиталовложений;

$C\%$ - годовая ставка процента за пользование капиталом.

Таким образом, имеем две модели развития проекта – без учета риска, и с учетом.

Этап 8. На основании этих моделей развития проекта строят графики зависимости величины экономического эффекта во времени.

Этап 9. Проводится анализ вариантов развития проекта, на основании следования графиков и потоков эффективности. Запланированные риски в виде денежных средств, заложенных в бюджет непредвиденных затрат проекта, переносятся в операционный бюджет и создают ступенчатое повышение величины экономического эффекта, смещая график зависимости экономического эффекта во времени с учетом риска вверх по оси Oy .

На базе построения интерполяционной функции Лагранжа можно получить графики функции для: функции с учетом риска, и функции без учета риска.

Этап 10. Пересечение графиков с осью Ox и между собой определяют многоугольник (треугольник), отражающий сумму средств, равную величине риска проекта. Площадь данной фигуры равна разности интегральных значений графиков функций

$$S_{авс} = \int_c^a y1(fx)dx - \int_b^a y2(fx)dx$$

Сопоставляя данную величину с общим объемом вложений, получим величину общего интегрального риска вложений, равную вероятности недополучения прибыли.

Алгоритм расчета интегрального риска проекта для реализации на компьютере представлен на рис. 4.19.

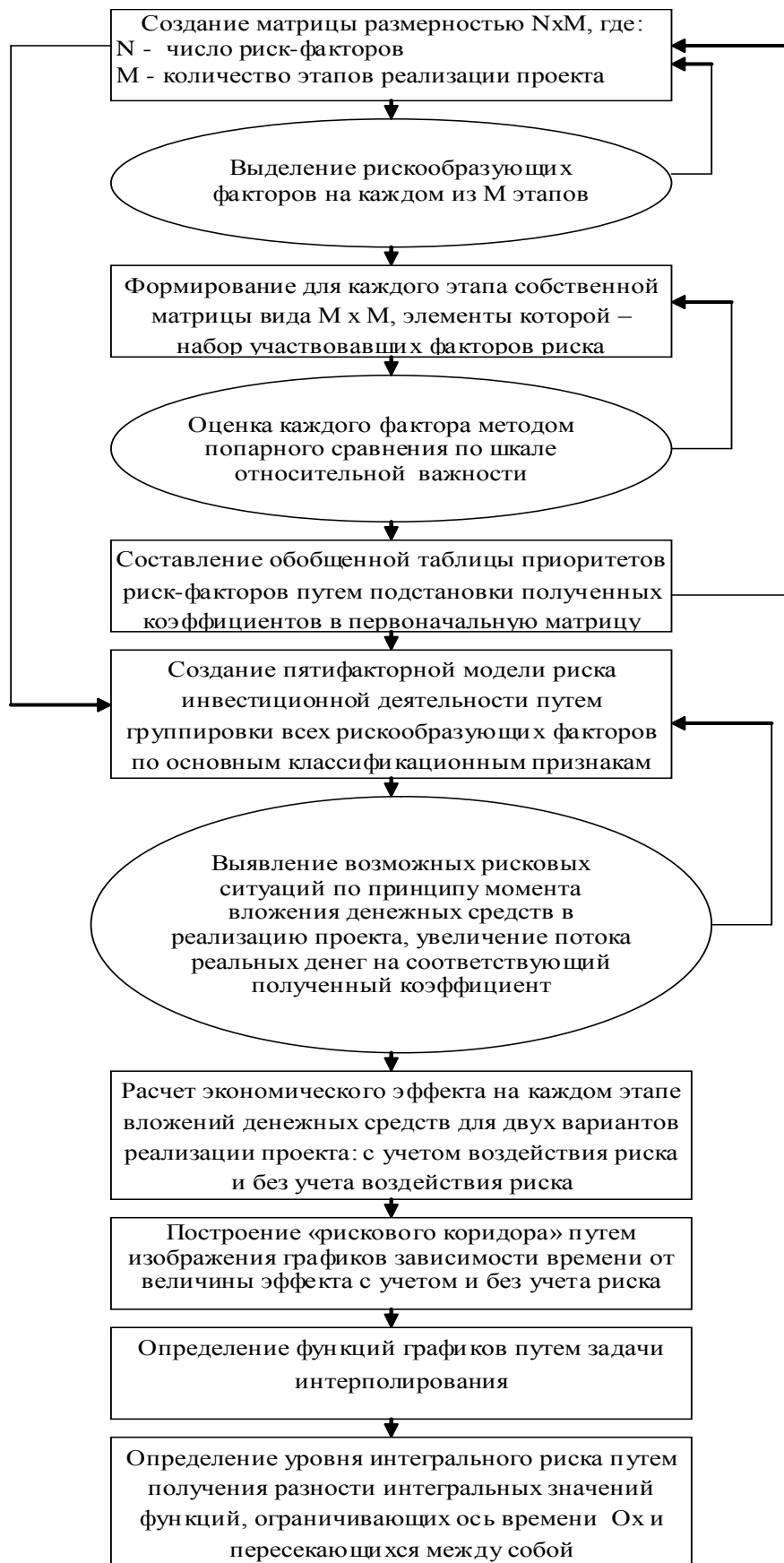


Рисунок 4.19. Алгоритм расчета интегрального риска инвестиционного проекта

РАЗДЕЛ 2. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ (МАТЕМАТИЧЕСКАЯ) ТЕОРИЯ РИСКА

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ИМИТАЦИОННОГО АНАЛИЗА РИСКОВ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МОДЕЛИ РИСКОВ

В предыдущих разделах мы определили, что риск присутствует практически во всех сферах экономической деятельности, точно и однозначно сформулировать его невозможно, т.к. определение риска зависит от цели управления рисками. Риск – это и неопределённость, связанная со стоимостью инвестиций, и вероятность неблагоприятного исхода, и возможные потери (ущерб) от наступления неблагоприятных событий, и неопределённость прогнозируемого результата деятельности предприятия.

В соответствии с этим, методы количественного анализа риска также неоднозначны и их систематизируют в несколько групп подходов:

Первый подход оценивает риск как сумму произведений возможных ущербов, взвешенных с учетом их вероятности их получения.

Второй подход оценивает риск в виде суммы рисков от принятия решения инвестором и рисков внешней среды (независимых от инвестора).

В третьем подходе риск определяется как произведение вероятности наступления отрицательного события на степень возможных вероятностей наступления отрицательных последствий.

Как мы уже рассматривали ранее, процесс управления рисками, с учетом знания их количественной характеристики, в экономических системах обычно сводится к следующим базовым стратегиям управления рисками:

1. Избегать рискованных ситуаций (методы избежания риска).
2. Использовать рискованные ситуации и действия, имея в виду возможную оптимизацию соотношения риска и доходности (методы диверсификации и диссипации).
3. Передавать риск другому субъекту экономических отношений за плату (использовать методы передачи риска - страхование, хеджирование и т.п.).

Конечно, полностью избежать рискованных ситуаций в экономике невозможно, это можно сделать только в абсолютно изолированной экономической системе, что представляется маловероятной ситуацией.

Использование рискованных ситуаций с управлением вероятностью неблагоприятных ситуаций и отрицательных эффектов, требует освоения методических основ теории риска и овладения соответствующим инструментарием анализа и прогнозирования последствий рискованных

мероприятий. При этом следует иметь в виду, что экономическая деятельность в любом проявлении, а особенно при реализации инвестиционных проектов с привлечением инновационных решений, отличается высокой степенью риска, именно вследствие неопределённости влияния многочисленных факторов.

Передача риска является распространённым явлением, обусловленным недостаточной компетентностью работников фирмы в управлении рисками каких-либо специфических видов сопутствующей деятельности. Здесь к уже отмеченному выше следует добавить такой инструмент, как аутсорсинг (от англ. outsourcing) — передача другой фирме некоторых видов или функций деятельности на основе договорных отношений.

5.1. Основные теоретические положения количественной теории риска

5.1.1. Основы количественного анализа риска

Как уже говорилось ранее, количественные методы анализа риска базируются на показателях случайных признаков, вероятностей и неопределенности. В этой связи базовыми характеристиками количественной теории риска являются случайные величины и их распределения, которые используются для численной оценки риска. Базовым элементом здесь является понятие дискретной случайной величины в конечном множестве значений.

Каждая случайная величина определяется своим распределением, которое может быть задано в виде таблицы

$\{X\}$	X_1	X_2	...	X_n
$\{P\}$	P_1	P_2	...	P_n

Здесь X_j ($j=1,2,3,\dots,n$) — значение случайной величины; P_j — вероятность появления параметра со значением X_j .

Если же рассматривать риск еще и как возможность (вероятность, P) появления потерь (ущерба, L), возникающих вследствие наступления неблагоприятного события S , (с вероятностью P), то здесь возникают вариации уровня ущерба в условиях неопределённости. При этом следует подчеркнуть, что уровень риска зависит не только от категории «неопределённость», но и от других характеристик и критериев: - вероятности наступления события S ; - величины отклонения результативного параметра (L) от прогнозируемого значения (размах вариации); - дисперсии; - математического ожидания; - среднего квадратического отклонения; - коэффициента асимметрии; - эксцесса, а также множества других математических и статистических критериев.

Поскольку неопределённость может быть задана различными её видами ($M(X)$) (вероятностные распределения, интервальная неопределённость, субъективные вероятности и т. д.), а проявления риска чрезвычайно разнообразны, но в общем случае обычно применяются математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение как наиболее адекватные и хорошо зарекомендовавшие себя на практике критерии.

Кроме того, для учета индивидуальной толерантности (пороговой функции) к риску (γ), можно использовать кривые индифферентности или полезности.

Тогда, риск (R) можно описать следующими параметрами (5.1):

$$R = \{X; P; L; S; P(S); M(X); \gamma\} \quad (5.1)$$

Сравнительный анализ статистических критериев оценки риска и их экономическая сущность рассмотрим ниже.

В качестве значений случайной величины X могут быть количественные оценки последствий влияния какого-то фактора.

Дискретная случайная величина задается через введение функции распределения, вида $F(x) = P(X_j < x)$, показывающей вероятность того, что случайная величина принимает значение не более фиксированного значения x .

Рассмотрим некоторые статистические критерии, используемые для количественной оценки риска.

Вероятность (P) появления некоторой случайной величины X , или события (E) – отношение числа K случаев благоприятных исходов, к общему числу всех возможных исходов (M).

$$P(X) = P(E) = K / M .$$

Количественное значение вероятности выпадения величины X или наступления события E может быть определено объективным или субъективным методом.

Объективный метод определения вероятности основан на вычислении частоты, с которой происходит данное событие. Субъективный метод основан на использовании субъективных критериев (суждение оценивающего, его личный опыт, оценка эксперта) и вероятность события в этом случае может быть разной, будучи оцененной разными экспертами.

В этой связи, следует учитывать некоторые особенности:

- объективные вероятности определяются при большом числе экспериментов,
- эксперты неоднозначно оценивают вероятность наступления неблагоприятных и положительных событий (эффект контекста).

Однако, считается, что субъективная вероятность обладает теми же математическими свойствами, что и объективная.

Другим статистическим критерием оценки риска является параметр – размах вариации.

Размах вариации (R) – разница между максимальным и минимальным значением случайной величины X

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Этот показатель дает очень грубую оценку величины риска, т.к. он является абсолютным показателем и зависит только от крайних значений ряда.

Другими статистическими характеристиками случайной величины, которые также используются для оценки уровня риска являются [71,72,107,118]:

- математическое ожидание (ожидаемое или среднее значение M случайной величины),

- дисперсия σ^2 ,

- стандартное (среднеквадратическое) отклонение σ ,

- коэффициент вариации (стандартное относительное отклонение)

Для дискретной случайной величины с конечным множеством значений, среднее значение определяется в виде

$$M(X) = \sum_{i=1}^n X_i P_i.$$

Меру изменчивости возможного результата определяют с помощью дисперсии, средневзвешенная из квадратов отклонений результатов от среднего значения

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - M(X))^2 P_i,$$

И стандартное (среднеквадратическое) отклонение, которая определяется как сумма квадратов отклонений случайной величины от ее среднего значения, взвешенных на соответствующие вероятности.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - M(X))^2 P_i.}$$

где $M(X)$ – среднее или ожидаемое значение (математическое ожидание) дискретной случайной величины X , определяемая как сумма произведений ее значений на их вероятности. Данная величина показывает усредненное отклонение случайной величины от математического ожидания (в единицах измерения). Математическое ожидание – важнейшая характеристика случайной величины, т.к. служит центром распределения ее вероятностей. Смысл ее заключается в том, что она показывает наиболее правдоподобное значение фактора.

Использование дисперсии как меры риска не всегда удобно, т.к. размерность ее равна квадрату единицы измерения случайной величины.

На практике результаты анализа более наглядны, если показатель разброса случайной величины выражен в тех же единицах измерения, что и сама случайная величина.

Средний квадратический разброс можно определить по формулам

$$\sigma^2 = \sum_i P_i X_i^2 + \sum_i P_i M(X)^2 - 2M(X) \sum_i P_i X_i;$$

$$\sigma^2 = \sum_i P_i X_i^2 - M(X)^2.$$

Все вышеперечисленные показатели обладают одним общим недостатком – это абсолютные показатели, значения которых предопределяют абсолютные значения исходного фактора. Гораздо удобней поэтому использовать коэффициент вариации (*CV*).

$$CV = \sigma(X)/M(X).$$

Определение *CV* особенно наглядно для случаев, когда средние величины случайного события существенно различаются.

В отношении оценки финансовых рисков необходимо учитывать следующее:

- при сравнительном анализе финансовых активов в качестве базисного показателя следует брать рентабельность, т.к. значение дохода в абсолютной форме может существенно варьировать,

- основными показателями риска на рынке капиталов являются дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Поскольку в качестве базиса для расчета этих показателей берется доходность (рентабельность), критерий относительный и сопоставимый для различных видов активов,

- иногда в литературе вышеприведенные формулы даются без учёта взвешивания на вероятности. В таком виде они пригодны лишь для ретроспективного анализа.

5.1.2. Функции распределения случайной величины

Нормальное распределение используют, когда невозможно точно определить вероятность того, что непрерывная случайная величина принимает какое-то конкретное значение. Нормальное распределение предполагает, что варианты прогнозируемого параметра тяготеют к среднему значению. Значения параметра существенно отличающиеся от среднего, т.е. находящиеся в “хвостах” распределения, имеют малую вероятность осуществления. Такова природа нормального распределения.

Треугольное распределение представляет собой аналог нормального и предполагает линейно нарастающее по мере приближения к моде распределение.

Трапецевидное распределение предполагает наличие интервала значений с наибольшей вероятностью реализации (НВР) в пределах РВД.

Равномерное распределение выбирается, когда предполагается, что все варианты прогнозируемого показателя имеют одинаковую вероятность реализации

Однако, когда случайная величина дискретна, а не непрерывна, применяют **биномиальное распределение** и **распределение Пуассона**.

Распределение Пуассона применяется, когда выполняются следующие условия:

- каждый малый интервал времени может рассматриваться как опыт, результатом которого является одно из двух: либо «успех», либо его отсутствие – «неудача». Интервалы столь малы, что может быть только один «успех» в одном интервале, вероятность которого мала и неизменна.

- число «успехов» в одном большом интервале не зависит от их числа в другом, т.е. «успехи» беспорядочно разбросаны по временным промежуткам.

- среднее число «успехов» постоянно на протяжении всего времени.

Обычно распределение Пуассона иллюстрируют примером регистрации количества дорожных происшествий за неделю на определенном участке дороги.

При определенных условиях распределение Пуассона может быть использовано как аппроксимация биномиального распределения, что особенно удобно, когда применение биномиального распределения требует сложных, трудоемких расчетов, отнимающих много времени.

Аппроксимация гарантирует приемлемые результаты при выполнении следующих условий:

- количество опытов велико (более 30-ти. ($n = 30$)),

- вероятность «успеха» в каждом опыте мала (менее 0.1. ($p = 0.1$)). Если вероятность «успеха» велика, то для замены может быть использовано нормальное распределение.

- предполагаемое количество «успехов» меньше 5 ($n_p = 5$).

В случаях, когда биномиальное распределение весьма трудоемко, его также можно аппроксимировать нормальным распределением с «поправкой на непрерывность», т.е. делая допущение, что, например, значение дискретной случайной величины 2 является значением непрерывной случайной величины на промежутке от 1.5 до 2.5.

Оптимальная аппроксимация достигается при выполнении следующих условий: $n = 30$; $n_p = 5$, а вероятность «успеха» $p = 0.1$ (оптимальное значение $p = 0.5$).

Кроме приведенных статистических показателей, для оценки риска, в теории риска используются и иные измерители, через которые определяют цену риска.

Цена риска. Следует отметить, что в качестве других измерителей риска могут использоваться такие показатели измерения риска: - величина упущенной выгоды, - недополученный доход, - затраты, и другие, рассчитываемые, как правило, в денежных единицах. Такие показатели более понятнее чем статистические критерии, однако для адекватного описания риска они должны учитывать и его вероятностную характеристику.

Для определения цены риска рекомендуется использовать показатели, которые отражают как возможность наступления неблагоприятного события, так и величину ущерба от него. В качестве статистических показателей можно использовать дисперсию, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации (CV), которые необходимо перевести в денежную форму.

Характер отношения инвестора к риску отражает фактор – *толерантность* инвестора к риску (γ), который описывается например функцией безразличия.

Рассмотрим следующий пример.

Пример 1. Имеются два проекта со следующими параметрами: Проект «А» - доходность – 8% Стандартное отклонение – 10%. Проект «В» - доходность – 12% Стандартное отклонение – 20%. Начальная стоимость обоих проектов одинакова – 100.000\$. Данные представлены в табл.5.1

Определим цену риска по проектам с учетом того, что вероятность оказаться ниже этого уровня будет следующая:

Таблица 5.1. Параметры проектов

Конечная стоимость	Проект «А» (%)	Проект «В» (%)
70 000	0	2
9 000	0	5
90 000	4	14
100 000	21	27
110 000	7	46
120 000	88	66
130 000	99	82

Из табл.5.1 видно, что проект «А» менее рискованный чем проект «В». Однако, с учетом степени толерантности инвестора к риску, выбор может измениться. Функцию толерантности представим кривой безразличия (рис.5.1), построенной на основании данных табл.5.1. Из рис.5.1 видно, что проекты «А» и «В» являются равноценными для инвестора, поскольку кривая безразличия объединяет все проекты, являющиеся равноценными для инвестора. При этом характер кривой для каждого инвестора будет индивидуален.

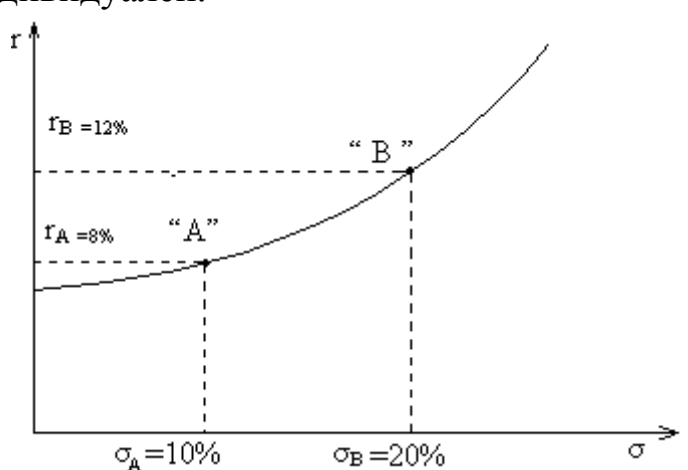


Рисунок 5.1. Кривая безразличия как критерий толерантности инвесторов к риску.

Оценку отношения к риску, т.е. толерантность можно определить по степени крутизны кривой безразличия, чем она круче, тем выше неприятие риска, и наоборот чем положе тем безразличней отношение к риску. Для количественной оценки толерантности к риску можно использовать коэффициент в виде тангенса угла наклона касательной.

В терминах теории полезности, ось абсцисс представляет собой изменение ожидаемого дохода, а ось ординат – изменение полезности. Поскольку в общем случае нулевому доходу соответствует нулевая полезность, график проходит через начало координат.

Поскольку принимаемое инвестиционное решение может привести как к положительным результатам (доходам) так и к отрицательным (убытки), то полезность его также может быть как положительной, так и отрицательной.

Важность применения функции полезности в качестве ориентира для инвестиционных решений проиллюстрируем следующим примером.

Пример 2. Инвестор может инвестировать средства в проект. Ситуация внешней среды оценивается - как одинаковая вероятность двух возможных исходов А (положительный) и В (отрицательный) в размере 10.000 ден.ед.

С точки зрения математической оценки риска, по значениям вероятности, можно утверждать, что инвестирование в проект и отказ от него имеют одинаковую вероятность и возможность реализации этих исходов. Однако, если построить и проанализировать кривую функции полезности (рис.5.2) и задать исходы (U_A U_B) на оси полезности, соответствующие получению дохода в 10 000 д.е. и, убыткам в размере – 10 000 д.е., можно увидеть, что полезности исходов не совсем адекватны

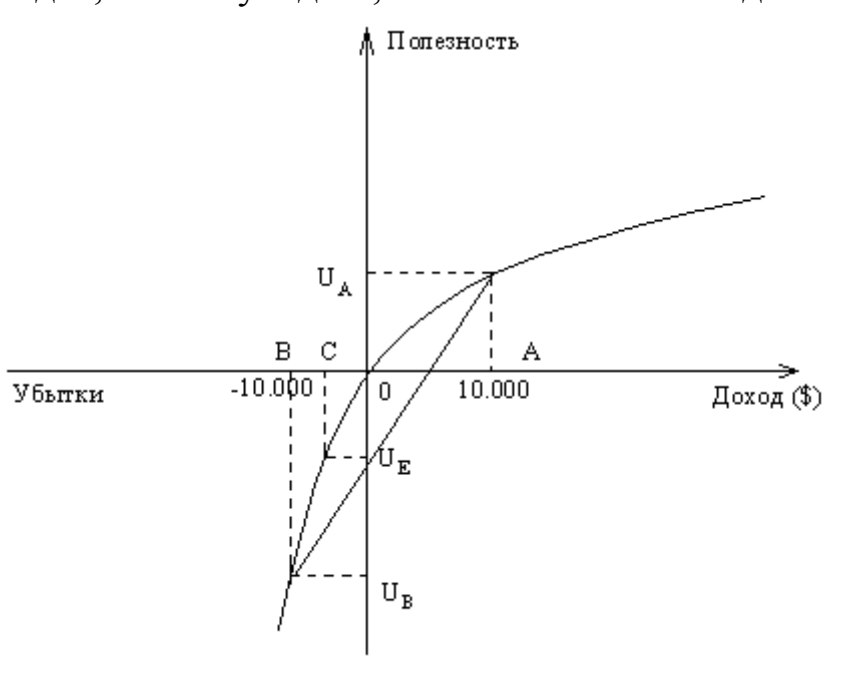


Рисунок 5.2. Кривая полезности как критерий принятия инвестиционных решений

По кривой полезности видно, что отрицательная полезность исхода (U_B) явно больше по абсолютной величине, чем положительная полезность исхода (U_A).

Алгоритм построения кривой полезности приведён далее.

Если же инвестор вынужден принять участие в этих инвестициях, то его ожидает потеря полезности в размере равном $(U_B - U_A)/2 = U_E$. В этом случае инвестор заплатит (отрицательное значение) величину $-C$ в виде штрафа или страховки.

Практическое применение кривой полезности при принятии инвестиционных решений формулируются в виде следующих правил:

- кривые полезности отражают индивидуальные предпочтения инвестора (толерантность выбора исхода),
- функция полезности в общем случае задает обобщенные правила инвестиционного выбора,
- функция полезности может меняться с изменением финансовых условий и приоритетов выбора на конкретный момент времени.

Таким образом, теория полезности позволяет формализовать подход к риску и тем самым научно обосновать решения, принятые в условиях неопределённости.

Построение кривой полезности. Построение индивидуальной функции полезности осуществляется на основании оценки вариантов выбора между возможными ситуациями (исходами), по результатам расчета которых на график наносят соответствующие точки. Полезность вариантов определяется по следующей формуле:

$$U_c(C) = P_a U_a(A) + P_b U_b(B) + P_n U_n(N)$$

где N_n – полезность инвестиций в размере N

U_n – вероятность исхода с получением результата от инвестиций в размере N ,

P – вероятности исходов, причем должно выполняться условие $\sum_{i=1}^n P_i = 1$.

Пример построения функции полезности. Требуется выбрать для инвестиций один из двух проектов, описывающихся следующими данными (табл.5.2):

Таблица 5.2. Построение кривой полезности.

Варианты исходов	NPV различных исходов проекта (д.е.)	Вероятность исхода	Математическое ожидание (д.е.)	Полезность исхода	Полезность исхода, взвешенная, с учетом его вероятности
1	2	3	4 = (3)*(2)	5	6 = (3)*(5)
Проект 1					
Оптимист.	10000	0,03	300	1	0,03
Средний	5000	0,1	500	0,6	0,06
Ниже сред.	4000	0,7	2800	0,5	0,35
Пессимист.	0	0,17	0	0	0
Итого по Проекту 1			3600		0,44
Проект 2					
Оптимист.	10000	0,2	2000	1	0,2
Средний	5000	0,4	2000	0,6	0,24
Ниже сред.	-1000	0,4	-400	-0,6	-0,24
Итого по Проекту 2			3600		0,2

По графам 2 и 5 строим кривую полезности (см. рис.5.2).

Несмотря на то, что оба проекта имеют одинаковое математическое ожидание (3600), инвестор отдаст предпочтение проекту 1, поскольку его полезность для инвестора выше ($0,44 > 0,2$).

Рассматривая природу инвестиционного риска и подходы к его оценке, выделяются следующие его характеристики:

- неопределённость – условие существования любого типа риска;
- время работы финансового актива – источник риска, требующий его дисконтирования;
- величина потерь – базовый измеритель уровня риска;
- возможность генерации ущерба от появления некоторой ситуации отражает степень (величину) риска;
- толерантность к риску – составляющая риска для регламентированных инвестиционных процессов.

В связи с тем, что в финансово-инвестиционных процессах уровень риска является прямо пропорциональным уровню доходности, то в управлении риском требуется найти оптимальное сочетание «риск-доходность». Вариант решения типа - «максимальная доходность - минимальный риск» является идеальным и его удаётся найти очень редко. Для решения такой двухкритериальной задачи (риск-доходность) данная оптимизационная задача может быть решена используя следующие подходы.

1. Подход *максимум доходности* базируется на выборе из всех возможных инвестиционных вариантов, того, который дает наибольший результат (NPV , прибыль) при приемлемом уровне риске ($R_{ИП} \leq R_{кр}$). Таким образом, данную задачу в формализованном виде можно записать как

$$NPV \rightarrow \max,$$

$$R_{ИП} \leq R_{кр}$$

2. Данный подход является обратным первому и важным решающим критерием является наилучшая вероятность риска или последствий риска, при приемлемом уровне результативного показателя доходности ($NPV_{ИП} \geq NPV_{кр}$). Иногда вместо вероятности используют показатель математического ожидания показателя, например $M(NPV)$. Тогда задача формулируется в виде

$$M(NPV) \rightarrow \max,$$

$$NPV_{ИП} \geq NPV_{кр}$$

3. Данный подход базируется на критерии выбора - *оптимальная колеблемость*, которая выражается дисперсией, средним квадратическим отклонением и коэффициентом вариации. Принцип выбора с использованием данного подхода заключается в том, что из возможных решений выбирается то, при котором результат (например, NPV) при

разных ситуациях имеет наименьшую колеблемость (дисперсию, вариацию).

$$CV(NPV) \rightarrow \min,$$

где $CV(NPV)$ – коэффициент вариации показателя NPV .

4. Данный подход базируется на критерии *минимум риска*. Здесь решение задачи таково - из всех возможных вариантов выбирается тот, который позволяет получить ожидаемый выигрыш не менее чем пороговое значение ($NPV_{ИП} \geq NPV_{np}$) при условии минимального риска.

$$R_{ИП} \rightarrow \min,$$

$$NPV_{ИП} \geq NPV_{np}.$$

В связи со множеством генерируемых риск-факторов и возможностью возникновения целого комплекса рисков при управлении финансово-инвестиционной деятельностью предприятия, в работе [65] предлагается матричный подход описания рисков инвестиционного процесса (ИП) на предприятии. Здесь под риском понимается система факторов, проявляющаяся в виде комплекса рисков (угроз) функционированию предприятия. А сама система рисков ИП представляется в виде матрицы рисков, вида

$$R_{ин} = \begin{pmatrix} R_{11}, R_{12}, R_{13}, R_{14}, \dots, R_{1n} \\ R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, \dots, R_{2n} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ R_{m1}, R_{m2}, R_{m3}, R_{m4}, \dots, R_{mn} \end{pmatrix}$$

Тем самым, интегральный риск $R_{ИП}$ состоит из нескольких видов риска, каждый из которых имеет многочисленные сложные взаимосвязи с другими разновидностями риска.

Тогда, для каждого процесса или участника процесса, можно составить комбинацию наиболее важных рисков, угрожающих ему, то есть риск i -го участника проекта (R_i) можно представить некоторым вектор-строкой матрицы рисков:

$$R_i = \{R_{i1}, R_{i2}, R_{i3}, R_{i4}, \dots, R_{in}\}$$

Такой вектор является элементом матрицы рисков и может составлять как отдельную строку, так и произвольный набор существующих видов риска для данной инвестиционной ситуации.

Если матрицу рисков строить исходя из наличия множества участников инвестиционного процесса, то можно выделить в матрице столбец участников, для которых можно выделить наиболее важные и угрожающие риск-факторы. Тогда строка матрицы риска определяет

индивидуальные риски и их значение для каждого участника процесса. В табл.5.3 приведен пример возможных видов риска свойственных участникам инвестиционного процесса.

Таблица 5.3. Пример системы рисков ИП.

Виды рисков Инвесторы	Финансовые	Колебания рыночной конъюнктуры	Колебания деловых циклов	...	R_n
Инвестор 1	R_{11}	R_{12}	R_{13}	...	R_{1n}
Инвестор 2	R_{21}	R_{22}	R_{23}	...	R_{2n}
Инвестор 3	R_{31}	R_{32}	R_{33}	...	R_{3n}
...
Инвестор m	R_{m1}	R_{m2}	R_{m3}	...	R_{mn}

Методика управления для системы рисков аналогична как и для простых рисков, за исключением множественной процедуры идентификации риск-факторов и оценки их взаимодействия при формировании рисков синергии или взаимопогашения рисков, при их взаимодействиях. Для анализа и управления системой риска ИП в работе [65] предлагается следующий алгоритм (рис.5.3).

1. Анализ рисков, как правило, начинается с качественного анализа, целью которого является идентификация рисков. Данная цель распадается на следующие задачи:

- выявление всего спектра рисков, присущих инвестиционному проекту;
- описание рисков;
- классификация и группировка рисков;
- анализ исходных допущений по взаимодействию рисков.

2. На втором этапе поводится количественный анализ рисков, целью которого является выбор измерителей, измерение и оценка риска, для чего решаются следующие задачи:

- формализация неопределённости;
- расчёт рисков;
- оценка рисков;
- учёт рисков;

3. На третьем этапе формируется практическая деятельность по управлению риском, которая реализуется на базе разработанной стратегии риск-менеджмента.

4. Данный этап – представляет собой процедуру контроля процесса риск-менеджмента.

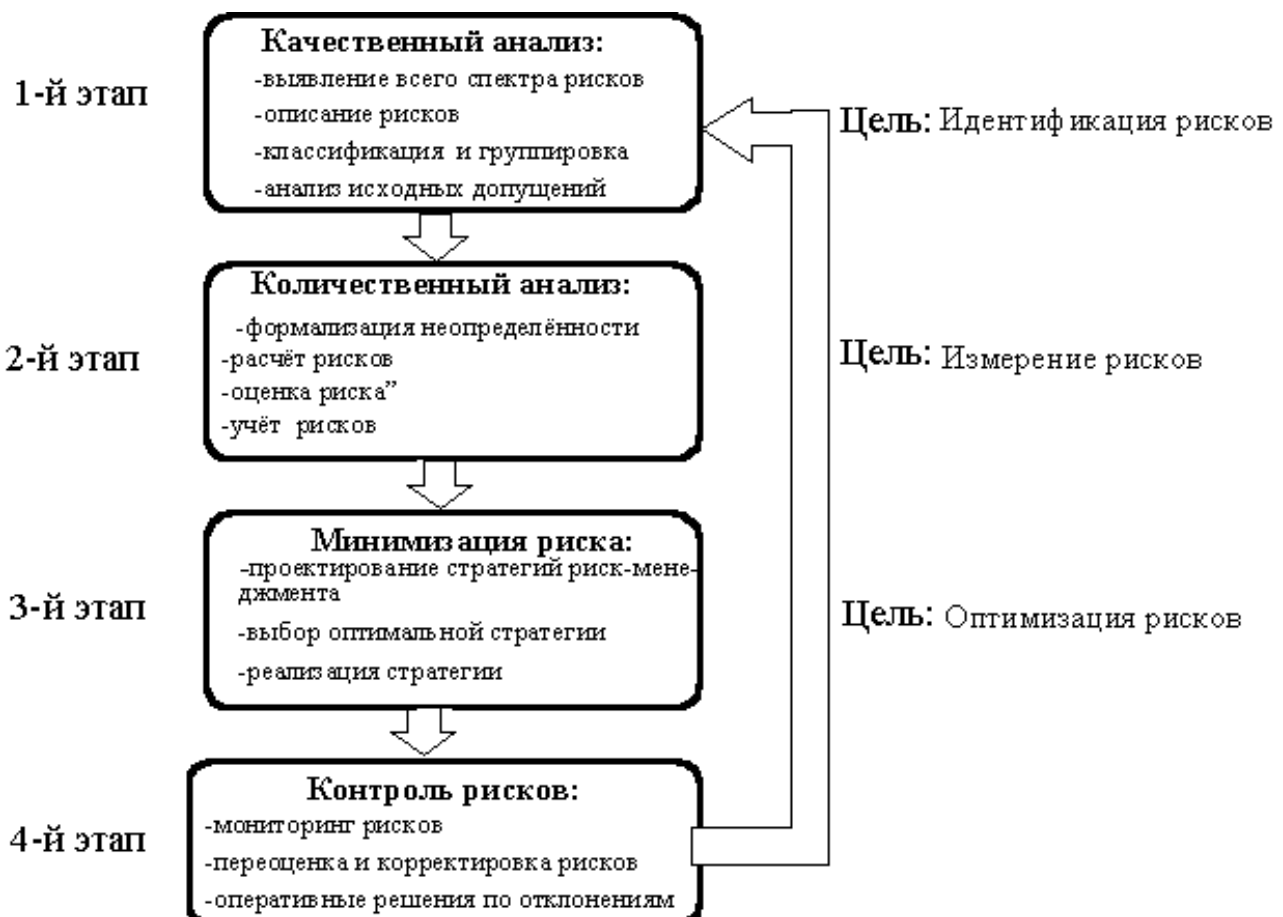


Рисунок 5.3. Алгоритм управления риском инвестиционных процессов [65].

5.2. Методы качественной и количественной оценки инвестиционных проектных рисков

5.2.1. Качественные оценки риска

Качественными оценками рисков являются, например, рейтинги финансовой устойчивости предприятий, класс заёмщика и многие другие, определяемые по разнообразным методикам.

При качественном подходе к определению меры риска используется достаточно большое число показателей, которые зачастую свёртываются к некоторой численной мере, для которой устанавливается шкала соответствия определённому качественному состоянию.

Примером качественного подхода может быть определение финансовой устойчивости по критерию Э.Альтмана. По этой методике вычисляется так называемый Z - счёт

$$Z = \sum_{i=1}^5 \alpha_i X_i, \quad X_i = \frac{Y_i}{CA},$$

где CA – сумма активов,

Y_i - группировки различных экономических показателей предприятия.

На основании проведенных исследований Э.Альтман предложил следующее шкалирование качественных состояний финансовой устойчивости:

- Если $Z \leq 1,80$, то вероятность несостоятельности (банкротства) очень высокая.
- Если $1,80 < Z \leq 2,70$, то вероятность несостоятельности (банкротства) высокая.
- Если $2,80 < Z \leq 2,90$ то несостоятельность возможна.
- Если $3,0 \leq Z$, то вероятность несостоятельности (банкротства) низкая.

Несмотря на то, что здесь рассматривался качественный подход, налицо определённая математическая процедура, особенно если учесть, что выбор факторов и оценка коэффициентов предлагаемой зависимости производились известными математическими методами. Однако конечная мера риска имеет качественный характер.

Критерий Альтмана был предложен сравнительно давно на основании статистической обработки данных экономического состояния компаний США, тем не менее, этот критерий до сих пор используется некоторыми банковскими учреждениями Российской Федерации при оценке кредитоспособности отечественных клиентов [29,114].

5.2.2. Количественные меры риска

Риск — категория вероятностная, поэтому методы его количественной оценки базируются на ряде важнейших понятий теории вероятностей и математической статистики. Напомним, что главными инструментами статистического метода расчета риска являются:

1) **математическое ожидание** μ , например, такой случайной величины, как результат финансовой операции ² k : $\mu = E\{k\}$;

2) **дисперсия** σ_k^2 как характеристика степени вариации значений случайной величины k вокруг центра группирования μ (напомним, что дисперсия – это математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от своего математического ожидания $\sigma_k^2 = E\{(k - \mu)^2\}$);

3) **стандартное отклонение** σ_k ;

² Под результатом финансовой операции k чаще всего понимают ее **доходность (норму дохода)**, т.е. сумму полученных доходов, исчисленную в процентном отношении к сумме произведенных затрат.

4) **коэффициент вариации** $\frac{\sigma_k}{\mu}$, который имеет смысл риска на единицу среднего дохода.

Замечание 1. Для небольшого набора n значений – малой выборки – **дискретной случайной величины** k_1, k_2, \dots, k_n речь, строго говоря, идет лишь об **оценках перечисленных измерителей риска**.

Так, **средним (ожидаемым) значением выборки**, или **выборочным аналогом математического ожидания**, является величина $\bar{k} = \sum_{i=1}^n k_i p_i$, где p_i – вероятность реализации значения k_i случайной величины k . Если все значения k_i равновероятны, то ожидаемое значение случайной выборки вычисляется по формуле $\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i$.

Аналогично, **дисперсия выборки (выборочная дисперсия)** определяется как среднеквадратичное отклонение в выборке: $Var(k) = \sum p_i (k_i - \bar{k})^2$ или $V(k) = \frac{1}{n} \sum (k_i - \bar{k})^2$. В последнем случае выборочная дисперсия представляет собой **смещенную оценку теоретической дисперсии**. Поэтому предпочтительнее использовать несмещенную оценку дисперсии s_k^2 , которая задана формулой $s_k^2 = \frac{1}{n-1} \sum (k_i - \bar{k})^2$.

Очевидно, что оценка **стандартного (среднего квадратического) отклонения** может быть рассчитана следующим образом $s_k = \sqrt{\sum p_i (k_i - \bar{k})^2}$ или $s_k = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (k_i - \bar{k})^2}$.

Ясно, что оценка **коэффициента вариации** принимает теперь вид $\frac{s_k}{\bar{k}}$.

В экономических системах в условиях риска принятие решений основывается чаще всего на одном из следующих критериев.

1. **Ожидаемого значения** \bar{k} (доходности, прибыли или расходов).
2. **Выборочной дисперсии** s_k^2 или **стандартного (среднего квадратического) отклонения** s_k .
3. **Комбинации ожидаемого значения** \bar{k} и **дисперсии** s_k^2 или **среднего квадратического отклонения выборки** s_k .

Замечание 2. Под случайной величиной k в каждой конкретной ситуации понимается соответствующий этой ситуации показатель, который обычно записывается в принятых обозначениях: m_p –

доходность портфеля ценных бумаг, *IRR* – (*Internal Rate of Return*) **внутренняя (норма) доходности**³ и т.д.

Рассмотрим методологию статистического метода оценки риска на конкретных примерах. Исследуем количественные меры риска, используемые при анализе рискованности экономических ситуаций. На первом месте стоит естественная мера риска в плане возможных максимально неблагоприятных последствий, а именно Y_{max} - максимально-возможный убыток, штраф, стоимость испорченного сырья и т.п.

Далее следует резонный вопрос, а почему собственно мы должны ориентироваться на максимальные неприятности, чем наша фирма хуже аналогичных фирм, которые уверенно чувствуют себя на локальном рынке. Да, мы не лучшие, но и не худшие. В плане этих рассуждений хотелось бы узнать осреднённые риски, характеризующие выбранное поле деятельности с привязкой к региональным и прочим особенностям. При таких рассуждениях в качестве меры риска выступают средние характеристики, а корректнее с математической точки зрения, такие характеристики как m_Y - математическое ожидание убытка, штрафа и т.п.

Проявляя интерес к осреднённым характеристикам риска, мы невольно продолжаем наши рассуждений, принимая к использованию ещё одну меру в виде характеристики рассеивания, которую отражает D_Y - дисперсия прибыли, убытка, штрафа и т.п.

Дисперсия в качестве меры риска нашла широкое применение в качестве меры эффективности большинства известных портфельных теорий. В этих теориях повышение надёжности портфельных вложений напрямую увязывается с минимизацией дисперсии дохода [12]. Ограниченные возможности данной меры, поскольку за пределами таких моделей остаётся максимизация прибыли, окупаются тем, что использование дисперсии позволяет получить несложные аналитические выражения для оптимальных пропорций наполнения портфеля ценных бумаг. Для более адекватных мер риска такие простые в вычислительном плане формулы не удаётся получить.

Наиболее информативной и наиболее общей мерой риска является вероятность неблагоприятных последствий [20,84], которая является дополнением к вероятности противоположного события, трактуемого как надёжность события, в виде $R = 1 - H$, где H – надёжность или вероятность пребывания вектора функции качества $\vec{V} = \vec{V}(X_1, X_2, \dots, X_n)$ в области подпространства благоприятных состояний $\Omega(X_1, X_2, \dots, X_n)$. А параметры (X_1, X_2, \dots, X_n) - случайные координаты вектора некоторой

³ Под внутренней нормой доходности (*IRR*) – наиболее широко используемым критерием эффективности инвестиций – понимают процентную ставку, при которой чистая современная стоимость инвестиционного проекта равна нулю.

функции качества (Ω), т.е. множество факторов, определяющих данную ситуацию.

По-другому взаимодействие понятий риска и надёжности можно представить следующим образом

$$R=P(\vec{V} \notin \Omega), \quad H=P(\vec{V} \in \Omega), \quad R+H=1 .$$

Теория надёжности традиционно сформировалась в качестве развитой и стройной системы знаний применительно к управлению ресурсами технических систем [49,81]. Здесь обычным уровнем надёжности технических систем является $H = 0,9 - 0,999$.

В экономической деятельности актуальной является задача обратная – не повышение надёжности, а снижение уровня риска до значений ниже $R = 0.20$. Как видим данные походы противоположны: экономисты снижают риск до удовлетворительных значений, а инженеры борются за максимальное повышение характеристик надёжности. Хотя методологически эти подходы являются противоположными сторонами одного и того же процесса улучшения эффективности управления системами.

5.3. Риск и уровень его неопределенности

В свете ранее сформулированного понятия риска очевидна взаимосвязь выбранной меры риска и уровня, связанных с ним последствий. Так как негативный характер рискованных мероприятий может быть различным, можно выделить следующие уровни риска.

1. $R_{дон}$ - допустимый риск: не более чем отсутствие прибыли при полном возврате издержек.

Следует отметить, что имеют место и другие трактовки допустимого риска, например, весьма часто здесь понимают общеотраслевой риск данного вида деятельности.

Очевидно, что понятие допустимого уровня риска может быть использовано во многих, но не во всех без исключения случаях. Так, например, если отраслевые условия настолько специфичны, что не могут приводить к нежелательным последствиям ни при каких обстоятельствах, то понятие допустимого риска здесь просто теряет смысл. Наоборот, если отраслевые особенности таковы, что любая деятельность здесь приводит к убыткам превышающим затраты, то понятие отраслевого допустимого риска здесь также теряет смысл, т.к. это полная определённость.

С отождествлением общеотраслевого и допустимого риска можно согласиться, если рассматриваемый вид деятельности обычно является экономически целесообразным, но не может гарантировать положительной эффективности во всех без исключения случаях. В ряде источников

предлагается считать допустимым риском экономической деятельности риск, реализующий негативные последствия с вероятностью ниже 20% [31]. Так при риске, реализуемом с вероятностью ниже 20% не предполагается применять каких-либо активных средств противодействия риску, а при более высоких значениях рассматривается вопрос разработки и реализации программы активного противодействия рискам.

2. $R_{кр}$ - критический риск: отсутствие доходности при полном или частичном возврате понесённых издержек.

В свою очередь здесь выделяются следующие варианты негативных последствий рискованных ситуаций.

$R_{кр1}$ - критический риск, предполагающий частичный возврат издержек при нулевой доходности.

$R_{кр2}$ - критический риск, рискованные действия при полной потере издержек и нулевой доходности.

3. $R_{кат}$ - катастрофический риск: нулевая доходность, потеря всех издержек, наличие долгов, которые невозможно компенсировать из средств проекта.

Катастрофический риск проявляется в наиболее опасной в экономическом смысле ситуации и требует экстренных мер противодействия.

Как ранее уже указывалось, уровень риска и вероятность его реализации зависят от неопределённости, имеющей место при любых видах предпринимательской деятельности и обусловлены тем, что экономические системы в процессе своего функционирования испытывают зависимость от целого ряда причин, которые можно систематизировать в виде схемы неопределенностей, представленной на рис. 5.4.

1. По времени возникновения неопределенности распределяются на **ретроспективные, текущие и перспективные**. Необходимость учета фактора времени при оценке экономической эффективности принимаемых решений обусловлена тем, что как эффект, так и затраты могут быть распределены во времени. Равные по величине затраты, по-разному распределенные во времени, обеспечивают неодинаковый полезный результат того или иного вида деятельности (экономический, социальный и др.).

2. По факторам возникновения неопределенности подразделяются на экономические (коммерческие) и политические. Экономические неопределенности обусловлены неблагоприятными изменениями в среде экономических объектов или в экономике страны.



Рисунок 5.4. Неопределённость экономической деятельности

2.1. **Экономическая неопределенность**: неопределённость рыночного спроса, слабая предсказуемость рыночных цен, неопределенность рыночного предложения, недостаточность информации о действиях конкурентов и т.д.

2.2. **Политические неопределенности** обусловлены изменением политической обстановки, влияющей на предпринимательскую деятельность. Отмеченный виды неопределенности связаны между собой, и часто на практике их достаточно трудно разделить.

3. **Природная неопределенность** определяется совокупностью факторов, среди которых могут быть: климатические, погодные условия, различного рода помехи (атмосферные, электромагнитные и др.). В первую очередь природная неопределённость сказывается на сельском хозяйстве, т.к. большая часть Российской Федерации находится в зоне рискованного земледелия. Однако дело вовсе не ограничивается сельским хозяйством, т.к. с этим видом деятельности связано, например, машиностроение, потребность в горюче-смазочных материалах и многое другое.

4. Следующим видом является **неопределенность внешней среды**. При экономическом анализе предпринимательской деятельности используются понятия внешней и внутренней среды. Внутренняя среда

включает факторы, обусловленные деятельностью самого предпринимателя и его контактами. Внешняя среда представлена факторами, которые не связаны непосредственно с деятельностью предпринимателя и имеют более широкий социальный, демографический, политический и иной характер.

5. Особый вид неопределенности имеет место при наличии **конфликтных ситуаций**, в качестве которых могут быть: стратегия и тактика лиц, участвующих в том или ином конкурсе, действия конкурентов, ценовая политика олигополии и т.п.

6. Обособленную группу составляют задачи, в которых рассматриваются **проблемы несовпадающих интересов**. Это ситуация довольно распространённая в работе средних и, особенно, крупных фирм. Подразделения фирм в таких случаях начинают конфликтовать, оспаривая свою долю общей прибыли, которую они получают в соё распоряжение, обосновывая свои претензии исключительной важностью для решения общих задач.

Примером может служить транспортный цех мебельного производства, работники которого понимают своё финансирование в плане выработанных т/км, высчитанных по номинальной грузоподъёмности имеющихся транспортных средств в то время, как для самой фирмы гораздо важнее, чтобы продукция в нужных количествах поступала заказчикам в точно установленное время с минимальными транспортными расходами. Таким образом, налицо конфликт интересов: Транспортники хотят возить как можно больше и как можно дальше, а для фирмы важно отвезти ровно столько, сколько нужно и к установленному времени.

Сравнительно недавно, около двадцати лет назад в научных работах по менеджменту активно обсуждалась эта проблема [67,113], что привело к появлению такого эффективного средства противодействия рискам, вызванным несовпадающими интересами, как стратегическое планирование в виде процедуры бюджетирования. В этом случае, в структуре корпорации выделяются центры финансовой ответственности и формируются механизмы распределения бюджета и прибыли фирмы по этим центрам пропорционально реальному вкладу в производственный результат. В особо острых состояниях данной ситуации, вызванных несогласованными интересами участников, эффективным может оказаться только радикальное решение данного вопроса на основе разделения предприятия на несколько независимых фирм, которые полностью самостоятельны в финансовом плане и взаимодействуют на основе договорных отношений.

7. Многокритериальный выбор оптимальных решений представляет собой источник неопределённости. Дело в том, что оптимизация решений в условиях многокритериальной постановке вызывает не столько математические затруднения, сколько сложности идейного порядка, поскольку в этих случаях не существует общих рецептов сведения конкретных задач к известным задачам исследования функций на экстремумы. Более того многокритериальный выбор зачастую производится в условиях несопоставимости отдельных критериев. Например, фирма успешно конкурирует на рынке, производя некоторую продукцию, и в тоже время финансирует благотворительные акции в своём городе. Казалось бы, благотворительность никак не сочетается с максимизацией экономической эффективности. С другой стороны, активная благотворительность привлекает внимание городской администрации и в результате фирма получает заказ на благоустройство города в условиях конкуренции с аналогичными фирмами.

Наличие неопределенностей значительно усложняет процесс выбора оптимальных решений и может привести к непредсказуемым результатам.

На практике при проведении экономического анализа во многих случаях игнорируется фактор неопределенности, а управленческие решения принимаются на основе детерминированных моделей. Иначе говоря, предполагается, что факторы, влияющие на принимаемые решения, точно известны. К сожалению, действительность обычно не соответствует таким представлениям. Поэтому политика выбора эффективных решений без учета неконтролируемых факторов во многих случаях приводит к значительным потерям экономического, социального и иного содержания.

Рассматривая неопределенность, являющуюся наиболее характерной причиной риска в экономической деятельности, необходимо отметить, что её выделение и изучение применительно к процессу экономической, коммерческой, управленческой, финансовой и других видов деятельности является крайне необходимым, поскольку при этом отображается практическая ситуация, когда нет возможности осуществлять перечисленные виды деятельности в условиях, которые зачастую значительно отличаются от предполагаемых.

В научной литературе существуют различные формулировки термина «неопределенность». Наиболее адекватная формулировка: **неопределенность** — это неполное или неточное представление о значениях различных параметров в будущем, порождаемых различными причинами и, прежде всего, неполнотой или неточностью информации об условиях реализации решения, в том числе связанных с ними затратах и результатах. Неопределенность, связанная с возможностью возникновения в ходе

реализации решения неблагоприятных ситуаций и последствий, характеризуется понятием риск.

С точки зрения вероятности выпадения событий неопределенность можно подразделить на три вида: полная неопределенность, полная определенность, частичная неопределенность.

Полная неопределенность характеризуется близкой к нулю прогнозируемостью P_t наступления события, что математически выражается соотношением

$$\lim_{t \rightarrow t_k} P_t \rightarrow 0,$$

где t — время; t_k — конечное время прогнозирования события.

Полной определенности соответствует близкая к единице прогнозируемость событий, т.е.

$$\lim_{t \rightarrow t_k} P_t \rightarrow 1 .$$

Это возможно прежде всего в тех случаях, когда при решении задачи в условиях неопределенности задается с какой-то вероятностью оптимальное решение и с заранее известной вероятностью (обычно равной 0,9 — 0,99) находится доверительный прогнозируемый интервал, позволяющий прогнозировать не только свою стратегию на рынке, а и его собственное поведение, тенденции развития и т.п.

Частичная неопределенность отвечает таким событиям, прогнозируемость которых лежит в пределах от 0 до 1, что определяется неравенством:

$$0 < \lim_{t \rightarrow t_k} P_t < 1 .$$

В условиях объективного существования риска и связанных с ним финансовых, моральных и др. потерь возникает потребность в определенном механизме, который позволил бы наилучшим из возможных способов с точки зрения поставленных предпринимателем (фирмой) целей учитывать риск при принятии и реализации хозяйственной деятельности.

Риск потерь, которые могут быть в предпринимательской деятельности, целесообразно разделять на **материальные, трудовые, финансовые, потери времени, специальные виды потерь**.

Материальные виды потерь проявляются в непредусмотренных предпринимательским проектом дополнительных затратах или прямых потерях оборудования, имущества, продукции, сырья, энергии и т.д. По отношению к каждому отдельному из перечисленных видов потерь используются свои единицы измерения. Наиболее естественно определять материальные потери в тех же единицах, в которых измеряется

количество данного вида материальных ресурсов, то есть в физических единицах веса, объема, площади и др.

Однако свести воедино потери, измеряемые в разных единицах, и выразить их одной величиной не представляется возможным. Нельзя складывать килограммы и метры. Поэтому неизбежно исчисление потерь в стоимостном выражении и денежных единицах. Для этого потери в физическом измерении переводятся в стоимостное измерение путем умножения на цену единицы соответствующего материального ресурса. Для материальных ресурсов, стоимость которых известна, потери сразу можно оценивать в денежном выражении. Имея оценку вероятных потерь по каждому из отдельных видов материальных ресурсов в стоимостном выражении, реально свести их воедино, соблюдая при этом правила действия со случайными величинами и их вероятностями.

Трудовые потери представляют потери рабочего времени, вызванные случайными, непредвиденными обстоятельствами. В непосредственном измерении трудовые потери выражаются в человеко-часах, человеко-днях или просто часах рабочего времени. Перевод трудовых потерь в стоимостное, денежное выражение осуществляется путем умножения трудо-часов на стоимость (цену) одного часа.

Финансовые потери — это прямой денежный ущерб, связанный непредусмотренными платежами, выплатой штрафов, уплатой дополнительных налогов, потерей денежных средств и ценных бумаг. Кроме того, финансовые потери могут быть при недополучении или неполучении денег из предусмотренных источников, при невозврате долгов, неоплате покупателем поставленной ему продукции, уменьшении выручки вследствие снижения цен на реализуемую продукцию и услуги. Особые виды денежного ущерба связаны с инфляцией, изменением валютного курса рубля, дополнительным к узаконенному изъятием средств предприятий в государственный (республиканский, местный) бюджет. Наряду с безвозвратными могут быть и временные финансовые потери, обусловленные замораживанием счетов, несвоевременной выдачей средств, отсрочкой выплаты долгов.

Потери времени существуют тогда, когда процесс предпринимательской деятельности идет медленнее, чем было намечено. Прямая оценка таких потерь осуществляется в часах, днях, неделях, месяцах запаздывания в получении намеченного результата. Чтобы перевести оценку потерь времени в стоимостное измерение, необходимо установить, к каким потерям дохода, прибыли от предпринимательства способны приводить случайные потери времени.

Специальные виды потерь имеют место в виде нанесения ущерба здоровью и жизни людей, окружающей среде, престижу предпринимателя, а

также вследствие других неблагоприятных социальных и морально-психологических последствий. Чаще всего специальные виды потерь крайне трудно определить в количественном, тем более в стоимостном выражении. Для каждого из видов потерь исходную оценку возможности их возникновения и величины производят за определенное время, охватывающее месяц, год, срок функционирования бизнеса. При проведении комплексного анализа вероятных потерь для оценки риска важно не только установить все источники риска, но и выявить, какие источники преобладают.

Необходимо далее разделить вероятные потери на **определяющие и побочные**. При оценке предпринимательского риска побочные потери могут быть исключены в количественной оценке уровня риска. Если в числе рассматриваемых потерь выделяется один вид, который либо по величине, либо по вероятности возникновения заведомо больше остальных, то при количественной оценке уровня риска в расчет можно принимать только его.

В принципе надо учитывать только случайные потери, неподдающиеся прямому расчету, непосредственному прогнозированию и потому не учтенные в предпринимательском проекте. Если потери можно заранее предвидеть, то они должны рассматриваться не как потери, а как неизбежные расходы и входить в расчетную калькуляцию. Так, предвидимое движение цен, налогов, их изменение в ходе осуществления хозяйственной деятельности предприниматель обязан учесть в бизнес-плане. Только в силу несовершенства используемых методов расчета предпринимательской деятельности или недостаточно глубокой проработки бизнес-плана систематические ошибки могут рассматриваться как потери в том смысле, что они способны изменить ожидаемый результат в худшую сторону. Следовательно, прежде, чем оценивать риск, обусловленный действием сугубо случайных факторов, крайне желательно отделить систематическую составляющую потерь от случайных.

Рассмотрим структуру потерь в зависимости от вида предпринимательской деятельности, то есть производственного, коммерческого и финансового предпринимательства. Охарактеризуем некоторые специфические источники потерь и влияющие на них факторы. К ним следует отнести:

- потери от воздействия непредвиденных политических факторов. Такие потери порождает политический риск. Он проявляется в форме неожиданного, обусловленного политическими соображениями и событиями изменения условий хозяйственной деятельности, что создает неблагоприятный для предпринимателя фон и тем самым способно

привести к повышенным затратам ресурсов и потере прибыли.

Типичные источники такого риска:

- увеличение налоговых ставок, - введение принудительных отчислений, - изменение договорных условий, - трансформация форм и отношений собственности, - отчуждение имущества и денежных средств по политическим мотивам (величину возможных потерь и определяемую ими степень риска по приведенным ниже ситуациям, очень трудно предвидеть);

- потери, обусловленные стихийными бедствиями, а также воровством и рэкетом;

- потери, вызванные несовершенством методологии и некомпетентностью лиц, формирующих бизнес-план и осуществляющих расчет прибыли и дохода. Если в результате действия подобных факторов величины ожидаемых значений прибыли и дохода от предпринимательского проекта будут завышены, а реально полученные результаты окажутся ниже, то разница воспринимается как потери. Но, в действительности, если бы номинальные значения прибыли (дохода) были определены корректно, угроза таких потерь могла бы и не учитываться. Если же завышение расчетной прибыли имело место, то ее «недобор» заведомо будет считаться ущербом, и риск подобных потерь существует;

- потери предпринимателя, обусловленные недобросовестностью или несостоятельностью компаньонов. Риск оказаться обманутым в сделке или столкнуться с неплатежеспособностью должника, невозвратностью долга, к сожалению, в России достаточно реален.

Полностью избежать риска практически невозможно, но, зная источник потерь, бизнесмен способен снизить их угрозу, уменьшить действие неблагоприятных факторов. Охарактеризуем потери, потенциальная возможность которых порождает предпринимательский риск, в частности, в производственном бизнесе.

Снижение намеченных объемов производства и реализации продукции вследствие уменьшения производительности труда, простоя оборудования и недоиспользования производственных мощностей, потерь рабочего времени, отсутствия необходимого количества исходных материалов, повышенного процента брака ведет к недополучению запланированной выручки. Вероятные потери в этом случае в стоимостном выражении определяются произведением вероятного суммарного уменьшения объема выпуска продукции и цены реализации единицы объема продукции.

Снижение цен, по которым намечается реализовать продукцию, в связи с недостаточным качеством, неблагоприятным изменением

рыночной конъюнктуры, падением спроса приводит к потерям, определяемым произведением вероятного уменьшения цены единицы объема продукции на общий объем намеченной к выпуску и реализации продукции.

Повышенные материальные затраты, обусловленные перерасходом материалов, сырья, топлива, энергии, ведут к потерям, определяемым произведением вероятного перерасхода материального ресурса по каждому виду на цену единицы ресурса. Другие повышенные издержки те, которые могут иметь место вследствие высоких транспортных расходов, торговых издержек, накладных и других побочных расходов. Перерасход намеченной величины фонда оплаты труда возможен из-за превышения расчетной численности либо выплаты более высокой, чем запланировано, заработной платы работникам. Возможна также уплата повышенных отчислений и налогов, если в процессе бизнеса ставки отчислений и итогов изменятся в неблагоприятную для предпринимателя сторону. Не следует также упускать из виду возможности потерь в виде штрафов, естественной убыли, а также обусловленных стихийными бедствиями, хотя учесть такие потери расчетным образом весьма сложно.

Имеют место потери и в коммерческом предпринимательстве. Так, неблагоприятное изменение (повышение) закупочной цены товара в процессе осуществления предпринимательского проекта, не блокированное условиями договора о закупке, приводит к потерям, определяемым произведением объема закупок товара в физическом измерении на вероятное повышение закупочной цены.

Непредвиденное снижение объема закупки в сравнении с намеченным вызывает уменьшение объема реализации. Потеря прибыли (дохода) исчисляется при этом как произведение снижения объема закупки на величину прибыли (дохода), приходящейся на единицу объема реализации товара. Следует учитывать, что уменьшение объема закупки и реализации может сопровождаться снижением расходов, ибо, кроме так называемых условно-постоянных расходов, существуют затраты, пропорциональные объему операции.

Важны также потери товара в процессе обращения (транспортировки, хранения) или потери качества, потребительской ценности товара, приводящие к снижению его стоимости. Уровень такого ущерба устанавливается как произведение количества утерянного товара на закупочную цену или произведение испорченного количества товара на снижение отпускной цены. Увеличение издержек обращения по сравнению с намеченными приводит к адекватному снижению дохода, прибыли. Среди возможных причин повышения издержек могут быть непредусмотренные пошлины, отчисления, штрафы, дополнительные расходы.

Снижение цены, по которой реализуется товар, по сравнению с проектной вызывает потери в размере объема реализации, умноженного на уменьшение цены. Ограничение объема реализации, обусловленное падением спроса или потребности в товаре, вытеснением его конкурирующими товарами, затруднениями с продажей, способно вызвать потери дохода и прибыли, измеряемые произведением объема непроданной продукции на отпускную цену.

Достаточно серьезные потери могут быть в финансовом предпринимательстве. Финансовое предпринимательство, по сути, это то же коммерческое, но товаром в этом случае выступают деньги, ценные бумаги, валюта. Следовательно, потери, в целом характерные для коммерческого предпринимательства, присущи и финансовому. Но при оценке финансового риска необходимо учитывать такие специфические факторы, как неплатежеспособность одного из агентов финансовой сделки, изменение курса денег, валюты, ценных бумаг, ограничения на валютно-денежные операции, возможные изъятия определенной части финансовых ресурсов в процессе осуществления предпринимательской деятельности.

Для современной России, особенно важен финансовый риск, который возникает в сфере отношений предприятия с банками и другими финансовыми институтами. Финансовый риск деятельности фирмы обычно измеряется отношением заемных средств к собственным: чем выше это отношение, тем больше предприятие зависит от кредиторов. Тем серьезнее и финансовый риск, поскольку ограничение или прекращение кредитования, ужесточение условий кредита влечет обычно трудности и даже остановку производства из-за отсутствия сырья, материалов и т.п. Для рынка ценных бумаг рискованность — свойство почти любой сделки в связи с тем, что эффективность сделки не полностью известна в момент ее заключения. Некоторое исключение составляют государственные процентные бумаги. Но, если принять во внимание непрогнозируемость инфляции или обменного курса валют, отсутствие риска, даже применительно к векселям казначейства США, вызывает сомнение.

В обязанности риск-менеджера входит обеспечение снижения всех видов риска, а не только финансового, поскольку между различными сферами деятельности предприятия не существует четких границ. Риск и доход в финансовом менеджменте рассматриваются как две взаимосвязанные категории. Они могут быть ассоциированы как с каким-либо отдельным видом активов, так и с их комбинацией.

ГЛАВА 6. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ

Экономическая деятельность как никакая другая осуществляется в условиях совокупного проявления различных по виду и по степени неопределённостей внешней и внутренней среды. На первом месте здесь стоит неопределённость спроса и предложения, взаимодействие которых приводит к формированию реальных значений равновесной цены. Далее следует неопределённость стоимости ресурсов. В свою очередь, соотношение себестоимости продукции и равновесной цены является определяющим в успешности претворения в жизнь любых бизнес-планов в смысле возможности получения доходов или убытков.

Равновесная цена производимого продукта формируется только в момент предъявления его на рынок, при этом законы спроса и законы предложения подвержены непрерывному воздействию многочисленных факторов имеющих в своём большинстве случайный характер. Поэтому равновесная цена выступает как случайная величина и, как следствие, особое значение в экономической деятельности приобретает прогнозирование разнообразных рисков на фоне случайных проявлений многочисленных факторов производства и сбыта продукции.

Моделирование рисков экономической деятельности непосредственно связано с использованием статистических (вероятностных) подходов из-за неопределённости, как значений исходных данных, так и реализуемых закономерностей, поэтому единственным методом исследования и прогнозирования рисков выступает метод статистического имитационного моделирования (метод Монте-Карло).

Следует отметить, что аналитическая реализация данного метода возможна только для самых простых задач или для частных фрагментов общей модели, поэтому именно численное моделирование является единственным методом получения численных оценок вероятностей неблагоприятных событий.

Моделирование реальной экономической ситуации $Y(X_1; X_2; \dots; X_j; \dots; X_k)$ даже при максимальном их упрощении за счёт ограничения числа рассматриваемых факторов $(X_1; X_2; \dots; X_j; \dots; X_k)$ реализуется численно.

В качестве иллюстрации постановки задачи статистического моделирования обратимся к моделированию взаимодействия законов спроса и предложения.

На рис. 6.1 представлено детерминированное решение для некоторого локального рынка. Здесь приведено построение законов спроса и предложения с использованием интегро-дифференциальных уравнений.

Пересечение линий отражающих закон спроса и предложения даёт координаты точки равновесного состояния.

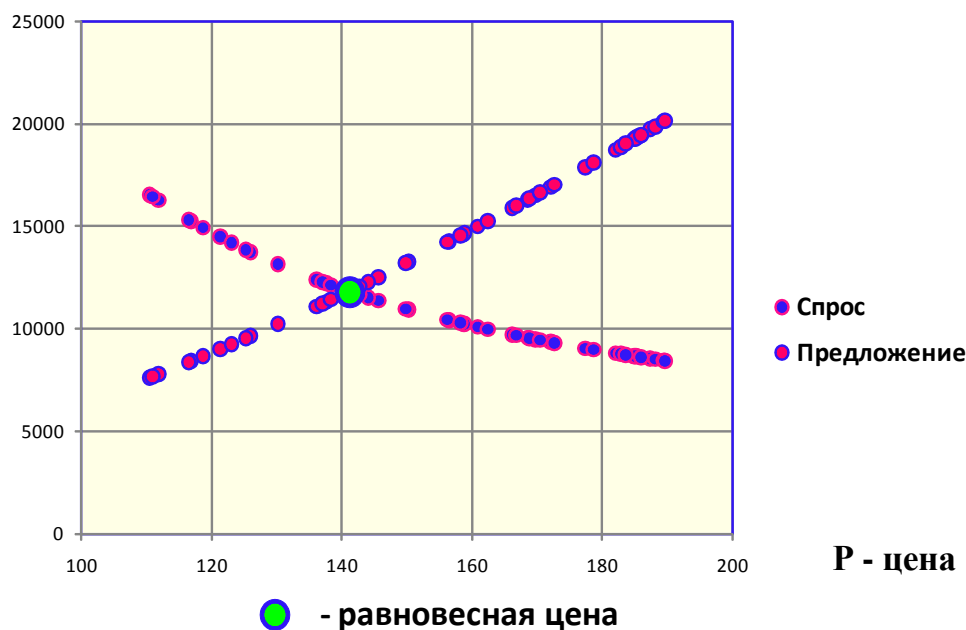


Рисунок 6.1. Детерминированное взаимодействие спроса и предложения

На рис. 6.2 приведены результаты статистического имитационного взаимодействия спроса и предложения на том же локальном рынке. Из этого решения видно, что равновесная цена имеет множество возможных значений, а не единственное значение, как в детерминированном решении. Очевидно, что статистическая имитация позволяет моделировать реальное взаимодействие спроса и предложения с учётом присущей рыночной среде неопределённости.

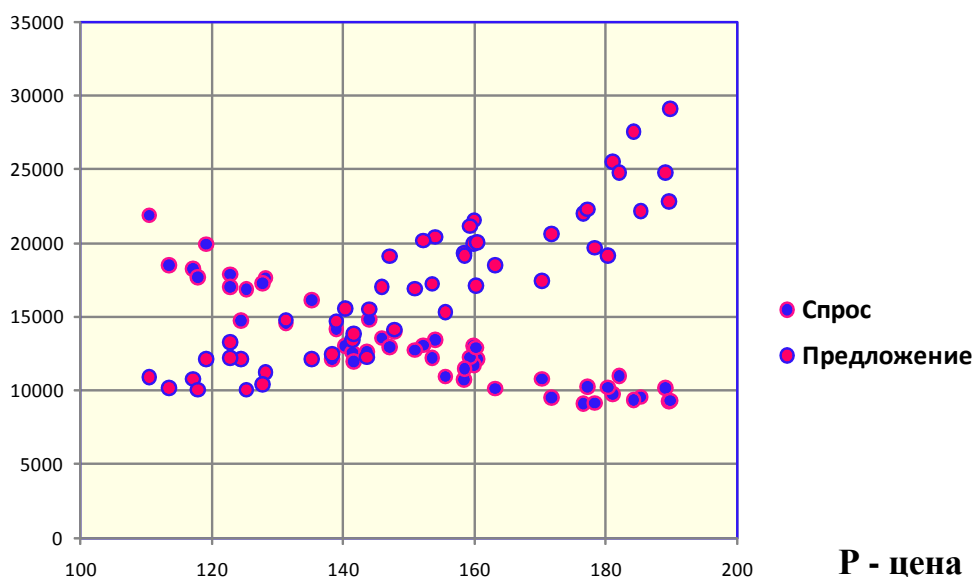


Рисунок 6.2. Статистическое моделирование взаимодействия спроса и предложения

Теоретическую базу статистического имитационного моделирования или методов Монте-Карло составляют работы, среди которых следует выделить работу И. М. Соболя [96].

Имитационное моделирование экономических процессов подробно рассматривается в учебных пособиях А.А. Емельянова и Н.Н. Лычкиной [50,73], а имитационному моделированию в управлении рисками посвящена работа [50].

В работах В.М.Дуплякина, А.Н. Тарасовой, К.С. Федотовой и Р.Р. Ярмухаметовой [46,47] представлены результаты применения статистического имитационного моделирования к управлению рисками финансового состояния конкретных банков.

В работах М.А. Болдырева и В.М. Дуплякина исследованы вопросы применения статистических методов анализ и имитационного моделирования к оценке рисков неисполнения обязательств по ценным бумагам [37,38,39].

Применение статистического имитационного моделирования к анализу устойчивости экспертных оценок можно найти в работе [35].

Следует отметить результаты применения статистического моделирования к сценарному прогнозированию потребления бензина в работах В.М.Дуплякина и Л.А. Выборновой [36,40].

Имитационное статистическое моделирование позволило выявить ограниченность возможностей теории массового обслуживания при оценке эффективности организации кассового обслуживания в торговых предприятиях, как это показано в работах В.М.Дуплякина и Ю.В. Княжевой (Скогарева) [41,42,43].

Приведенный краткий обзор работ, посвящённых применению статистического имитационного моделирования к решению разнообразных вопросов, связанных с управлением рисками в сфере экономической деятельности убедительно демонстрирует возможности рассматриваемого подхода и перспективность его дальнейшего развития.

6.1. Имитационное моделирование случайных величин

Датчики случайных чисел. Случайные числа необходимы для реализации процедуры имитационного статистического моделирования. В соответствии с методологией имитационного статистического моделирования предполагается, что данная процедура будет повторяться достаточно большое число раз, каждый раз с новым набором случайных чисел.

Для получения последовательностей случайных чисел программным путём используются так называемые датчики случайных чисел, которые

генерируют случайные числа по приведенной ниже итерационной схеме (рис.6.3)

$\text{"Затравка"} \Rightarrow X_0; i=1; X_i=Y(X_{i-1}); i=i+1; i=\overline{1, n}.$ $\uparrow \leftarrow \leftarrow \leftarrow \leftarrow \leftarrow \downarrow$
--

Рисунок 6.3. Схема генерации случайных чисел

Начальное значение итерационной процедуры называется «затравкой» – это может быть любое произвольное число.

Если затравка не изменяется, то генерируются идентичные последовательности случайных чисел, что бывает необходимо при отладке разрабатываемого программного обеспечения, т.к. позволяет неоднократно воспроизводить работу используемых алгоритмов, каждый раз с одинаковой последовательностью случайных чисел. Случайные числа, полученные с одной и той же затравкой называются псевдослучайными числами.

Выбор затравки случайным образом устраняет псевдослучайность. Обычно это делается программным путём с использованием последних разрядов цифрового сигнала датчика системного времени компьютера $X_0=X(Tsist)$. В этом случае при каждом обращении к датчику случайных чисел генерируется оригинальная последовательность случайных чисел, т.к. время обращения к генерации этих последовательностей каждый раз будет разным.

При неизменном алгоритме со случайной затравкой генерируются различные последовательности случайных чисел с заданными статистическими характеристиками, что создаёт иллюзию «живого» датчика случайных чисел.

Не рассматривая особенностей различных итерационных алгоритмов генерации случайных чисел, отметим их возможные положительные и отрицательные характеристики:

1. Получение циклически повторяющихся случайных чисел с определённым периодом, т.е. так называемое зацикливание.

2. Вырождение алгоритма, при котором, начиная с некоторого шага, генерируются совершенно одинаковые числа.

3. Воспроизведение закона распределения случайных чисел значительно отличающегося от того, который предполагается моделировать.

4. Корреляция случайных чисел выбранных из генерируемой последовательности с заданным шагом.

Датчик случайных чисел должен генерировать статистически независимые случайные числа, однако многие алгоритмы дают коррелированные числа, которые нельзя признать независимыми. Статистическая зависимость двух случайных величин характеризует, что закон распределения одной из них зависит от того, какое значение приобретает другая величина. Следствием статистической независимости случайных величин является их некоррелируемость. Обратное заключение часто используется в практической статистике, но оно не является корректным, поскольку из некоррелируемости в общем случае не следует статистическая независимость. Однако нарушения такого плана встречаются крайне редко и носят искусственный характер, поэтому обычно из некоррелируемости, которую легко установить, делают вывод о статистической независимости.

Стандартизованные генераторы случайных чисел. В разнообразных программных средствах, таких как Excel, MATLAB, MathCAD имеются встроенные средства в виде следующих стандартизованных датчиков случайных чисел.

1. Стандартизованный датчик случайных чисел распределенных по закону равномерной плотности, который при каждом i -м обращении генерирует случайное число γ_i из интервала возможных значений $[0; 1]$

$$\gamma_i = R_i(0;1).$$

Теоретическое математическое ожидание и дисперсия случайных чисел, генерируемых таким датчиком, имеют следующие значения [26]

$$m_\gamma = \frac{1}{2}, \quad D_\gamma = \frac{1}{12}.$$

2. Стандартизованный датчик случайных чисел распределенных по нормальному закону при каждом i -м обращении генерирует случайное число α_i

$$\alpha_i = N_i(0;1),$$

последовательность которых имеет следующие теоретические характеристики

$$m_\alpha = 0, \quad D_\alpha = 1.$$

В некоторых случаях необходимо генерировать стандартизованные случайные числа, которые задают последовательности чисел с заданными статистическими характеристиками отличными от стандартных. Для этого используются специализированные датчики с заданным законом распределения.

Датчики случайных чисел с заданным законом распределения. Использование стандартизованных случайных чисел, которые задают последовательности чисел с заданными статистическими характеристиками отличными от стандартных, можно получить несколькими способами.

1. Если необходимо получить случайные числа γ_i с *равномерным законом распределения* в интервале $[a; b]$, то можно воспользоваться стандартизованным датчиком

$$\gamma_i = a + (b - a) \cdot R_i(0;1).$$

Теоретическое математическое ожидание и дисперсия случайных чисел, генерируемых таким образом, имеют следующие значения [23]

$$m_\gamma = \frac{1}{2}(a + b), \quad D_\gamma = \frac{1}{12}(b - a)^2.$$

2. Для *нормального закона распределения* случайной величины x_i с заданными характеристиками в виде математического ожидания и дисперсии m_x и D_x генератор случайных чисел можно построить следующим образом

$$x_i = m_x + \sqrt{D_x} \cdot N_i(0;1).$$

3. Получение случайных чисел x_i с законом распределения, задаваемым *функцией распределения* $F(x) = P(X < x)$, для которой в используемом программном обеспечении отсутствует соответствующий датчик.

При решении этой задачи обычно используется стандартизованный датчик случайных чисел с равномерным законом распределения $R(0;1)$ и обратная функция распределения $F^{-1}(P)$, которые позволяют генерировать последовательность случайных чисел с заданным законом распределения следующим образом

$$x_i = F^{-1}(R_i(0;1)).$$

При моделировании рискованных ситуаций основным результатом, как правило, являются оценки вероятностей некоторых неблагоприятных событий, таких как нулевая доходность или доходность ниже планируемой и другие. Получение достоверных оценок соответствующих вероятностей обеспечивается при имитационном статистическом моделировании разными путями.

Очевидно, что, увеличивая число реализаций, мы повышаем достоверность получаемых оценок, но такой путь может потребовать нереально больших затрат компьютерного времени. Но, используя средние по объёму выборки, можно повысить достоверность получаемых статистических оценок искомых вероятностей, применяя процедуру

выравнивания статистических функций распределения, которая заключается в замене статистической функции распределения на выравнивающую теоретическую функцию с такими же числовыми характеристиками распределения. При этом необходимо принять гипотезу о виде принимаемого для выравнивания теоретического закона распределения. Рассмотрим подходы для выравнивания результатов статистического имитационного моделирования.

Выравнивание результатов статистической имитации. В большинстве случаев, в экономических процессах, принимается гипотеза о нормальном законе распределения выравнивающей функции. Этому есть фундаментальное обоснование в виде центральной предельной теоремы теории вероятностей П.Л.Чебышева, которая в упрощённой трактовке сводится к следующему [26] - если случайная величина Y является результатом воздействия случайных величин X_1, X_2, \dots, X_k , то при достаточно нестрогих ограничениях она будет распределена по нормальному закону.

Определим основные ограничения центральной предельной теоремы:

1. Достаточно большое число факторов X_i .
2. Ни один из факторов не оказывает на результат такого влияния, которое намного превышает влияние других факторов.

При этом, вид закона распределения факторов в данной теореме не оговаривается, так например, суммируя результаты работы датчиков с равномерным законом распределения, получается, что суммарный результат подчиняется нормальному закону, начиная с 10 слагаемых

$$x_i = \sum_{j=1}^k R_{ji}(0;1).$$

Пример выравнивания статистической функции распределения нормальным законом приведен на рис. 6.4.

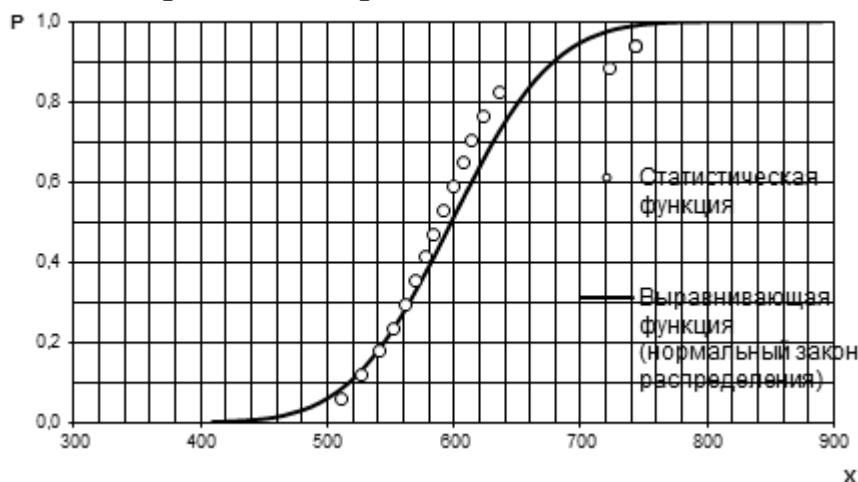


Рисунок 6.4. Выравнивание статистической функции распределения нормальным законом

Рассмотрим некоторые методы практического вычисления значений статистических функций распределения.

Построение статистических функций распределения. Статистические функции распределения имеют следующее теоретическое определение [28]

$$F^*(x_i) = P(X < x_i) .$$

Для практического вычисления значений статистических функций распределения при средних по объёму выборках используются формула [79]

$$F^*(x_i) = \frac{i}{n+1} ,$$

где i - порядковый номер значений имитируемой величины в выборке, отсортированной по возрастанию,

n - число значений в рассматриваемой выборке.

В широко используемом пакете ПП *EXCEL* также существует возможность генерации случайных чисел, которую рассмотрим далее.

Датчики случайных чисел в EXCEL. В данном пакете, встроенная функция **СЛЧИС()** возвращает равномерно распределенное случайное число в диапазоне [0:1], большее либо равное 0 и меньше 1.

Новое случайное число возвращается при каждом вычислении рабочего листа.

Достаточно развитые возможности в Excel представляет пакет анализа данных, вход в который показан на рис. 6.5. На рис. 6.6 приведено окно выбора генерации случайных чисел.

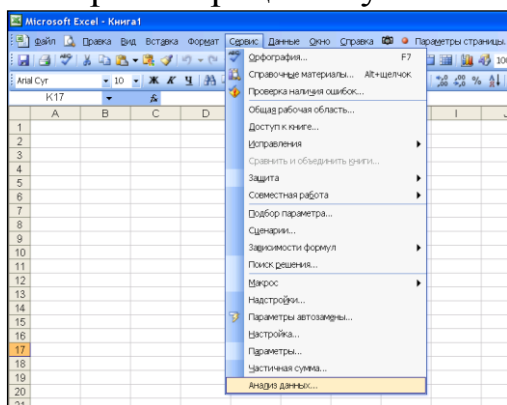


Рисунок 6.5. Запуск встроенного пакета анализа данных

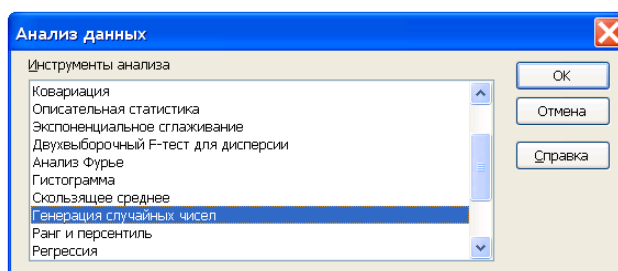


Рисунок 6.6. Генератор случайных чисел

Генератор случайных чисел в Excel даёт возможность выбора наиболее часто используемых законов распределения (рис. 6.7).

На рис. 6.8 в качестве примера показано задание для генерации случайных чисел распределённых по нормальному закону, при этом

выбор «Случайное рассеивание: 5» обеспечивает использование конкретной затравки, а число 5 играет роль данной затравки.

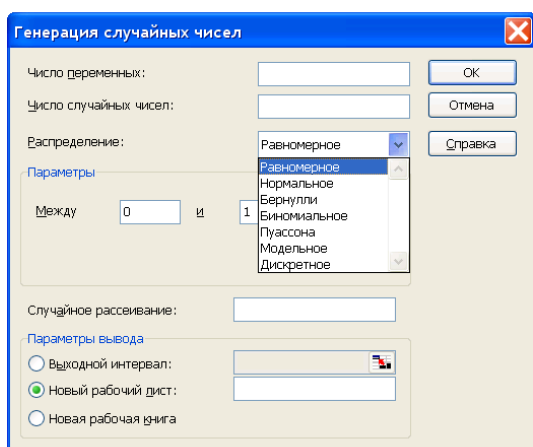


Рисунок 6.7. Выбор закона распределения

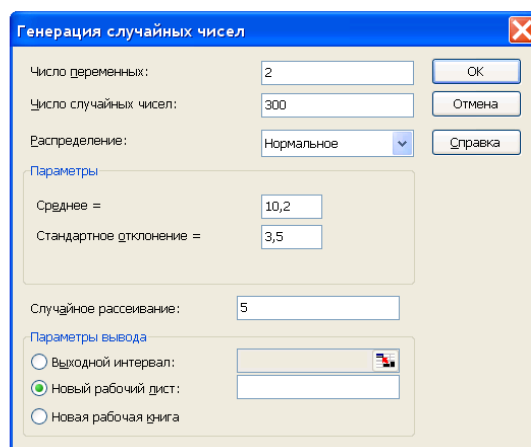


Рисунок 6.8. Пример генерации случайных чисел

Более подробное описание генерирования случайных чисел в Excel можно получить во встроенной справочной системе Excel или в специальных руководствах.

6.2. Статистическое имитационное моделирование рискованных ситуаций

Первые опыты статистического имитационного моделирования производились задолго до появления компьютеров, при этом в качестве генераторов случайных чисел использовались рулетки в казино, поэтому появилось и укоренилось такое название метода как - метод Монте-Карло. Это название метода используется до настоящего времени и является синонимом метода статистического имитационного моделирования, поэтому рассмотрим его более подробно.

6.2.1. Метод Монте-Карло

Поскольку моделирование риска непосредственно связано с использованием статистических (вероятностных) подходов из-за неопределённости, как значений исходных данных, так и реализуемых закономерностей, то поэтому единственным методом исследования и прогнозирования рисков выступает метод статистического имитационного моделирования.

Аналитическая реализация данного метода возможна только для самых простых задач или для частных фрагментов общей модели.

Моделирование реальных экономических ситуаций $Y(X_1; X_2; \dots; X_j; \dots; X_k)$ даже при максимальном их упрощении за счёт ограничения числа рассматриваемых факторов $X_1; X_2; \dots; X_j; \dots; X_k$ реализуется численно.

Рассмотрим повторение решения данной задачи $i=\overline{1, N}$, каждый раз с новыми исходными данными $X_{1i}; X_{2i}; \dots; X_{ji}; \dots; X_{ki}$, которые выбираются случайным образом из множества возможных значений $(X_1; X_2; \dots; X_j; \dots; X_k)$ с воспроизведением таких статистических характеристик каждого фактора как математическое ожидание, дисперсия (СКО) и закон распределения $m_{x_j}, s_{x_j}, F_{x_j}(x_j); j=\overline{1, k}$:

$$m_{x_j}, s_{x_j}, F_{x_j}(x_j); j=\overline{1, k} \Rightarrow (X_{ji}; X_{ji} X_{ji}); i=\overline{1, N}$$

$$Y_i = Y(X_{1i} X_{2i}; \dots; X_{ki}); i=\overline{1, N} \Rightarrow m_y^*, s_y^*, F^*(y)$$

Многочасное повторение данной процедуры $i=\overline{1, N}$ даёт возможность накопить необходимую выборку имитаций Y_i таких характеристик как выручка, прибыль, затраты и т.п. Последующая статистическая обработка результатов имитационного моделирования позволяет оценить статистические характеристики экономической деятельности $m_y^*, s_y^*, F^*(y)$ и построить их доверительные интервалы математического ожидания, среднеквадратического отклонения и вероятности интересующего нас события $J_\beta(m), J_\beta(s), J_\beta(P)$.

Имея выборочную функцию распределения $F^*(y)$, можно найти вероятность того, что результат Y будет меньше некоторого критического значения Y_0 , т.е. найти вероятностную меру соответствующего риска

$$P(Y < Y_0) = F^*(Y_0).$$

Рассматриваемая процедура реализует известный метод Монте-Карло,

К недостаткам данного метода следует отнести – необходимость большого числа повторений (реализаций) для обеспечения удовлетворительной сходимости получаемых статистических оценок характеристик моделируемой ситуации.

Среди достоинств метода Монте-Карло – простота алгоритмизации и наличие датчиков случайных чисел практически во всех математизированных оболочках, таких как, например, в Excel, MatLab, MathCad и в др.

6.2.2. Переключатели численных алгоритмов

Разнообразные условия и ограничения приводят к необходимости использовать переключатели алгоритмов численного моделирования, как, например, показано на рис. 6.9.

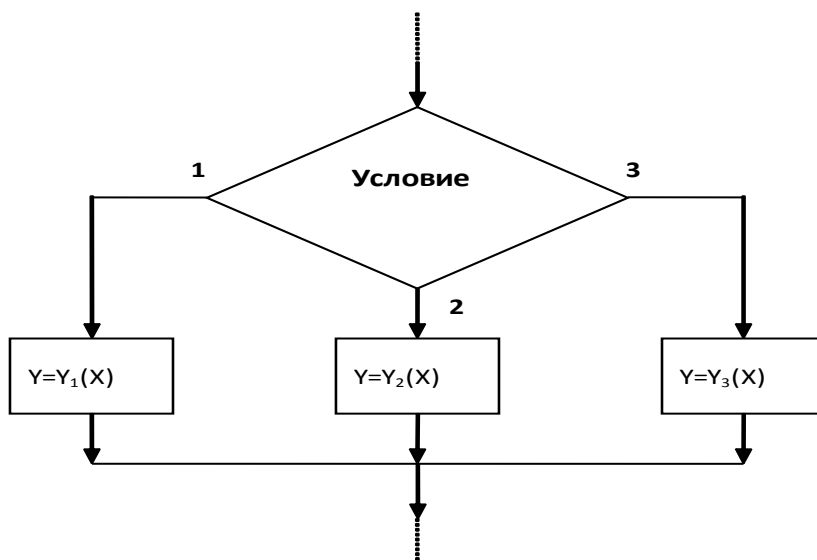


Рисунок 6.9. Переключатель алгоритма

При этом можно отметить несколько типов переключателей.

1. *Детерминированные переключатели* осуществляют включение соответствующей ветви алгоритма при выполнении определённого условия, например

1. $X < X_1 \Rightarrow Y = Y_1(X)$.
2. $X_1 \leq X < X_2 \Rightarrow Y = Y_2(X)$.
3. $X_2 \leq X < X_3 \Rightarrow Y = Y_1(X)$.

2. *Статистические переключатели* включают соответствующие ветви алгоритма с частотой, сходящейся при большом повторении включений к заданной вероятности включения данной ветви алгоритма, как в качестве примера показано для трехпозиционного переключателя.

Статистика включения задаётся распределением вероятностей как это представлено в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Распределение вероятностей переключения

Положение переключателя	i	1	2	3
Вероятность включения	$P(i)$	$P(1)$	$P(2)$	$P(3)$

Очевидно, что должно выполняться условие полноты рассматриваемых событий

$$\sum_{i=1}^3 P(i) = 1 .$$

С использованием датчика, который генерирует случайные числа с равномерным законом распределения $\gamma_i = R_i(0,1)$ можно реализовать следующий алгоритм переключения

$$\begin{aligned} 0 \leq \gamma_i < P(1) &\Rightarrow 1, \\ P(1) \leq \gamma_i < P(1) + P(2) &\Rightarrow 2, \\ P(1) + P(2) \leq \gamma_i \leq 1 &\Rightarrow 3. \end{aligned}$$

Следует иметь в виду, что для сходимости частот включения к заданным вероятностям требуется достаточно большое число включений переключателя.

Как детерминированные, так и статистические переключатели могут быть статическими (неизменные условия переключения) и динамическими (условия переключения изменяются по мере накопления реализаций алгоритма).

6.2.3. Пример имитационного моделирования

Детерминированная модель. Рассмотрим модель формирования чистой прибыли фирмы, которая производит и реализует свою продукцию.

Допустим, что производственный результат y_1 формируется под действием двух факторов, x_1 – капитал (оборотные и некоторая часть внеоборотных активов), x_2 - трудовые ресурсы

$$1. y_1 = \alpha \cdot x_1^{\beta_1} \cdot x_2^{\beta_2}, \quad \beta_2 = 1 - \beta_1.$$

Затем наступает предпродажная подготовка и собственно продажа продукции. Стоимость производственного результата увеличивается с учётом стоимости упаковки, рекламы, заработной платы продавцов, оплаты торговых площадей и за счёт запланированной валовой прибыли. В зависимости от соотношения стоимости исходных ресурсов валовая прибыль y_2 и стоимостных факторов маркетинга x_3 , x_4 может формироваться двумя способами

$$2.1. y_2 = y_{21} = y_1 \left(1 + k_1 \frac{x_3}{x_1}\right), \quad \text{если } x_1 > x_2.$$

$$2.2. y_2 = y_{22} = y_1 \left(1 + k_2 \frac{x_4}{x_2}\right), \quad \text{если } x_1 \leq x_2.$$

В конечном итоге чистая прибыль определяется следующим образом

$$3. y = y_2(1 - \psi).$$

Коэффициент ψ в обобщенном виде учитывает налоговые отчисления.

Тогда, модель формирования чистой прибыли может быть представлена в виде детерминированной неаналитической функции

$$y = y(x_1, x_2, x_3, x_4; \alpha, \beta_1, \beta_2, k_1, k_2, \psi).$$

Детерминированный алгоритм формирования чистой прибыли в данном случае можно представить графически в виде блок-схемы, приведенной на рис. 6.10.

Статистическая имитационная модель. Рассмотрим предыдущую модель, но базирующуюся на статистической интерпретации формирования чистой прибыли (приведенную ранее детерминированную модель).

На первом шаге реализации процедуры метода Монте-Карло определим

1. $i = 1$.

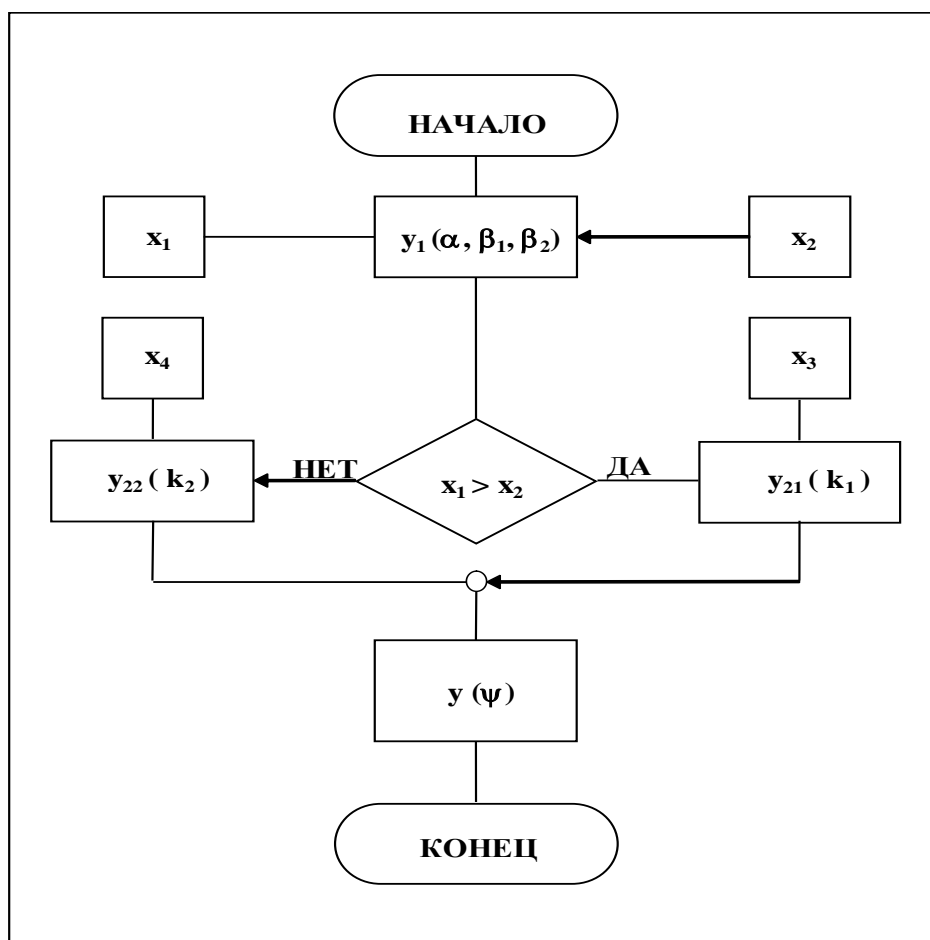


Рисунок 6.10. Алгоритм детерминированного формирования чистой прибыли

Будем считать, что ресурсы x_1 и x_2 формируются независимо друг от друга, случайным образом по закону равномерной плотности в заданных

интервалах возможного изменения. Получив текущие данные от датчиков случайных чисел $R_1(0,1,i)$, $R_2(0,1,i)$, найдём численные значения факторов производственной функции

$$2. x_{1,i} = x_{1,0} + (x_{1,k} - x_{1,0}) \cdot R_1(0,1,i).$$

$$3. x_{2,i} = x_{2,0} + (x_{2,k} - x_{2,0}) \cdot R_2(0,1,i).$$

Далее необходимо оценить производственный результат, считая, что параметры производственной функции имеют постоянные значения

$$4. y_{1,i} = \alpha \cdot x_{1,i}^{\beta_1} \cdot x_{2,i}^{\beta_2}, \quad \beta_2 = 1 - \beta_1.$$

Оценим расход факторов маркетинговых мероприятий, считая, что эти факторы независимы статистически и распределены по закону равномерной плотности, а нам известны интервалы их возможного изменения. Используя текущие данные датчиков случайных чисел $R_3(0,1,i)$, $R_4(0,1,i)$, получим

$$5.1. x_{3,i} = x_{3,0} + (x_{3,k} - x_{3,0}) \cdot R_3(0,1,i).$$

$$5.2. x_{4,i} = x_{4,0} + (x_{4,k} - x_{4,0}) \cdot R_4(0,1,i).$$

Найдём продажную стоимость с учётом маркетинговых затрат в двух вариантах, выбрав тот, который соответствует соотношению производственных ресурсов

$$6.1. \text{ Если } x_{1,i} > x_{2,i}, \text{ то } y_{2,i} = y_{21,i} = y_{1,i} \left(1 + k_1 \frac{x_{3,i}}{x_{1,i}}\right).$$

$$6.2. \text{ Если } x_{1,i} \leq x_{2,i}, \text{ то } y_{2,i} = y_{22,i} = y_{1,i} \left(1 + k_2 \frac{x_{4,i}}{x_{2,i}}\right).$$

Вычислим чистую прибыль, как известную и фиксированную часть продажной стоимости (выручки)

$$7. y_i = y_{2,i} (1 - \psi).$$

Прибавим один шаг к счётчику выполненных реализаций

$$8. i = i + 1.$$

Проверим условие накопления выборки заданного объёма

$$9. \text{ Если } i \leq n, \text{ то } \Rightarrow \text{идти к пункту 2.}$$

Накопив достаточную статистику, вычисляем выборочные оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения

$$10. m_y^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i.$$

$$11. s_y^* = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - m_x^*)^2}.$$

Строим статистические функции распределения, производим их выравнивание, находим оценки вероятностей критических событий (риски неблагоприятных ситуаций)

$$12. F^*(y) \Rightarrow P^*(Y < y_{кр}).$$

Алгоритм статистической имитации формирования чистой прибыли в данном случае отражается графически в виде блок-схемы, приведенной на рис. 6.11.

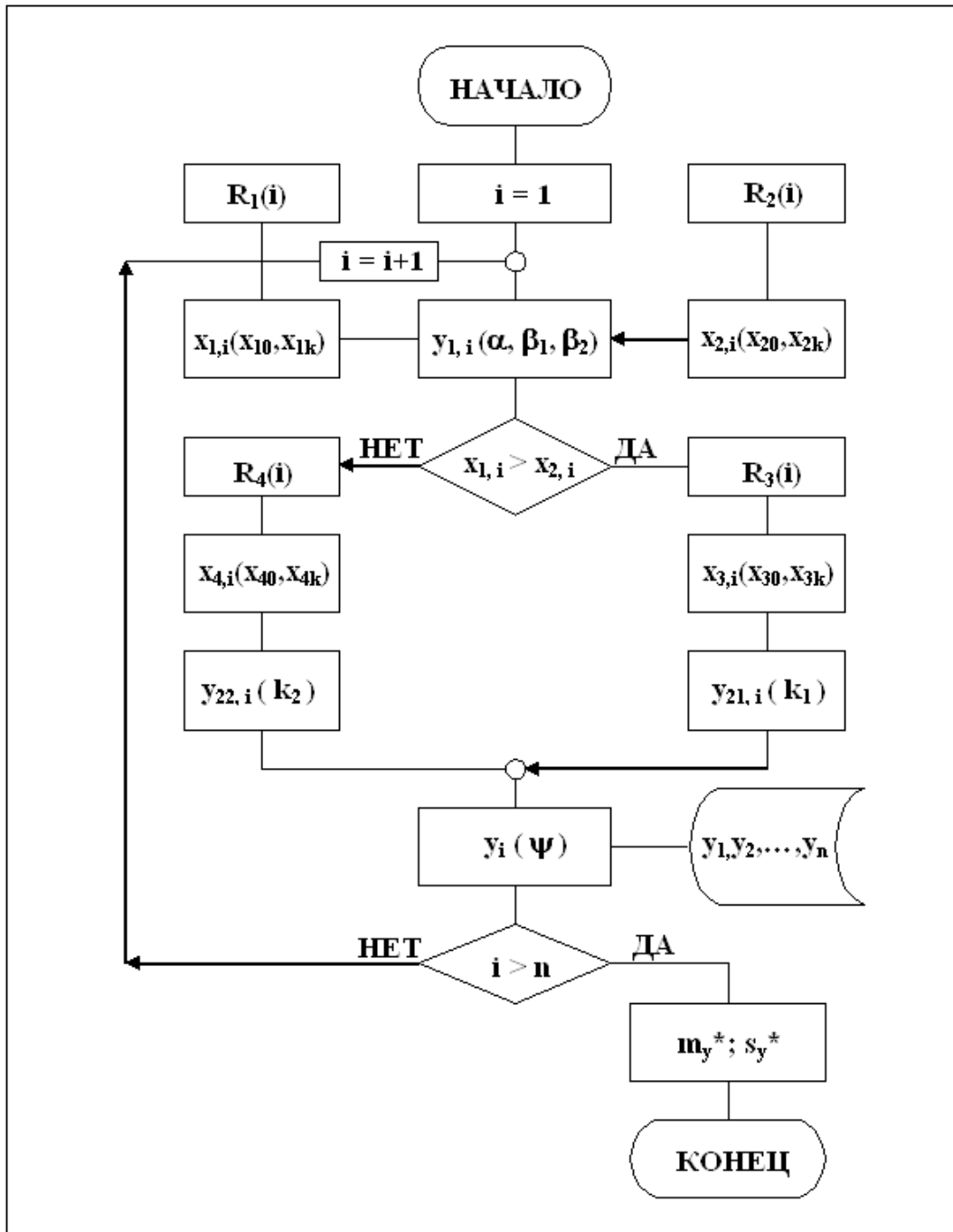


Рисунок 6.11. Алгоритм статистической имитации формирования чистой прибыли

Особенности реализации численного имитационного статистического моделирования в электронных таблицах *EXCEL* с макросами, написанными на языке *Visual Basic for Applications (VBA, Visual Basic для приложений)*, иллюстрируется примером (Приложение 1).

Рассмотрим приведенные методы моделирования на конкретном примере. Дадим расчеты численного решения при регламентации равномерного распределения и в случае нормального закона распределения.

Результаты имитационного моделирования. Равномерное распределение. Численные значения переменных рассматриваемой задачи приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Исходные данные

Фиксированные параметры		Детерминированные значения рабочих переменных		Статистические исходные данные					
				Относительные максимально возможные амплитуды отклонений		Пределные отклонения $x_{i,0} = x_1(1 - k_{vi}),$ $x_{i,k} = x_1(1 + k_{vi}).$			
α	4,15								
β_1	0,85								
β_2	0,15	x_1	125,0	kv_1	0,28	x_{10}	90,0	x_{1k}	160,0
k_1	0,28	x_2	189,0	kv_2	0,24	x_{20}	143,6	x_{2k}	234,4
k_2	0,22	x_3	25,0	kv_3	0,06	x_{30}	23,5	x_{3k}	26,5
ψ	0,36	x_4	31,0	kv_4	0,15	x_{40}	26,4	x_{4k}	35,7

Следует обратить внимание на то, что в текущих статистических имитациях численное значение ресурса x_1 может быть и меньше и больше численного значения ресурса x_2 , то же самое можно сказать про соотношение ресурсов x_3 и x_4 . Сделанное замечание имеет принципиальное значение при выборе направлений переключения ветвей алгоритма.

Результаты детерминированного решения приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3. Результаты детерминированного решения

Вычисляемая характеристика	Численное значение
Y – чистая прибыль	373,02
Σx – суммарные затраты	339,00
R – рентабельность	1,1004

В табл. 6.4 приведены результаты имитационного моделирования при изменении числа реализаций в интервале значений $n = [20 - 10000]$.

Таблица 6.4. Результаты имитационного моделирования

N	m_y^*	s_y^*	$m(\Sigma x)^*$	$m(\text{rentab})^*$	$n(R < 1)$	$P^*(R < 1)$
20	368,45	42,209	336,75	1,0963	3	0,1500
100	371,59	46,971	339,23	1,0955	16	0,1600
200	374,64	49,750	339,44	1,1034	34	0,1700
1000	372,94	47,740	339,73	1,0981	173	0,1730
2000	371,67	48,415	339,00	1,0966	348	0,1740
4000	372,71	48,833	339,54	1,0977	699	0,1748
6000	371,98	48,321	339,29	1,0965	1078	0,1797
8000	371,81	48,506	339,30	1,0959	1448	0,1810
10000	371,65	48,628	339,09	1,0961	1813	0,1813

Сравнивая результаты выполненных решений, можно заметить, что характеристики статистического и детерминированного решений по оценке прибыли, затрат и рентабельности при увеличении числа реализаций сближаются настолько, что некоторое их различие уже не имеет принципиального значения.

С другой стороны, статистическое решение даёт оценку вероятности потери рентабельности

$$P^*(R < 1) \leftarrow 0,18.$$

Оценку риска потери рентабельности, которая в данном случае достаточно высокая, можно получить в данной задаче только статистическим имитационным моделированием, в чём и заключается неоспоримое преимущество этого метода.

Обратимся к выяснению сходимости статистической имитации. Для этого проведём заданное число серий имитаций ($k = 21$) с фиксированным в каждой серии числом реализаций n . В табл. 6.5 приведены полученные значения коэффициентов вариации, вычисляемые следующим образом

$$\text{var} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{x_{\max} + x_{\min}}.$$

Таблица 6.5. Исследование вариации расчётных значений, $k=21$

n - число реализаций в серии	$\text{var}(m_y^*)$	$\text{var}(s_y^*)$	$\text{var}(P^*(R < 1))$
20	0,043	0,210	0,750
100	0,023	0,074	0,412
200	0,018	0,058	0,225
1000	0,006	0,023	0,166
2000	0,005	0,017	0,126
4000	0,006	0,013	0,058
6000	0,005	0,012	0,044
8000	0,003	0,011	0,043
10000	0,003	0,010	0,040

Как видно из результатов проведенного численного эксперимента, быстрее остальных характеристик сходится к своему генеральному значению оценка математического ожидания m_y^* , что вполне предсказуемо, значительно хуже сходимость оценки среднего квадратического отклонения s_y^* и ещё хуже у статистической вероятности потери рентабельности $P^*(R<1)$.

Исходя из полученных данных, следует, что для достаточно точной оценки вероятности $P(R<1)$ требуется где-то около 5000 реализаций (точность числа реализаций здесь большой роли не играет), тогда ожидаемая погрешность не будет превосходить 5%.

Проанализируем более подробно особенности сходимости результатов численной имитации. Для этого рассмотрим приведенный на рис. 6.12 графическое отображение результатов проведенных численных экспериментов.

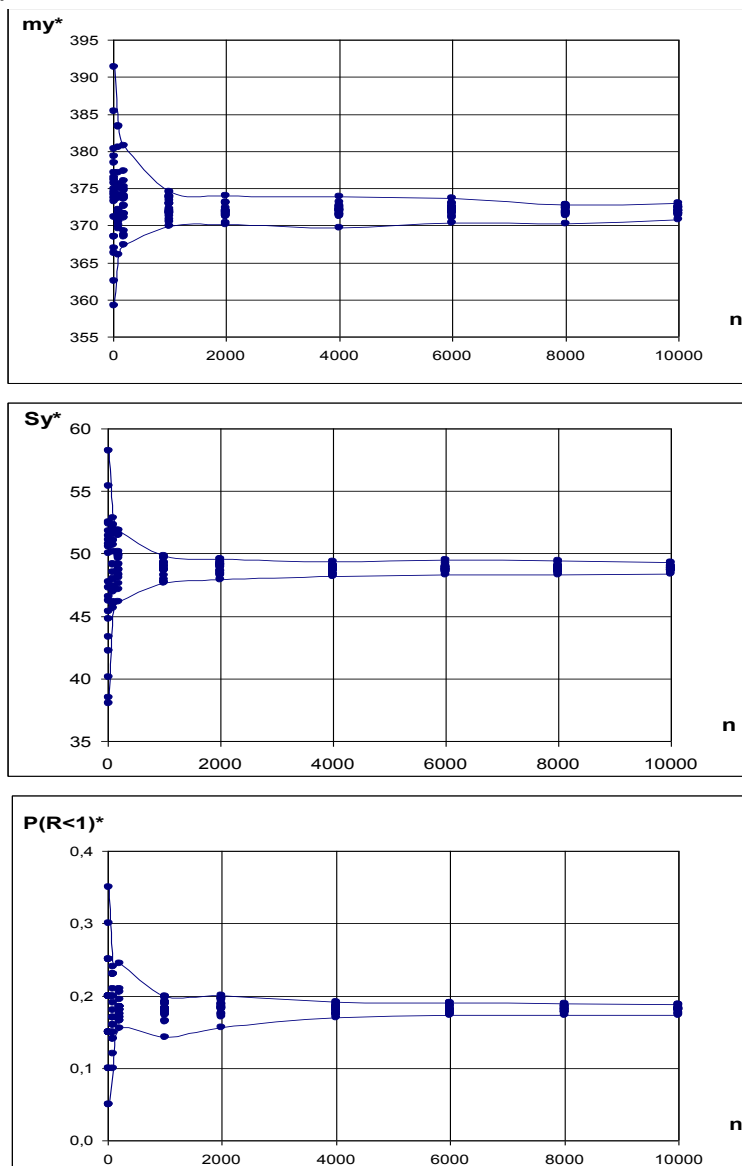


Рисунок 6.12. Сходимость абсолютных значений статистических оценок

Отметим, что качественный характер приведенных данных практически одинаков. Для выяснения сравнительной скорости сходимости моделируемых характеристик следует обратиться к сопоставлению относительных вариаций, графики которых приведены на рис. 6.13.

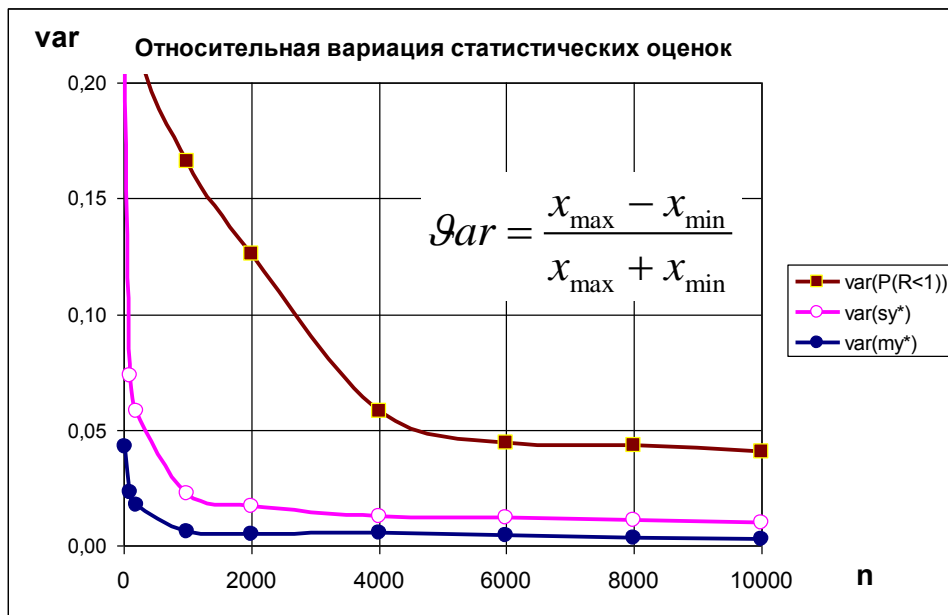


Рисунок 6.13. Относительные характеристики сходимости

Рассмотрим имитационное моделирование с нормальным законом распределения.

Результаты имитационного моделирования. Моделирование с нормальным законом распределения. Имея реальные исходные данные, мы обычно достаточно уверенно можем определить возможные границы рабочих переменных конструируемой имитационной модели. За неимением представительной статистики, достаточно логичным представляется выбрать равномерное распределение, как это сделано в предыдущем разделе.

Тем не менее, здравый смысл и выводы центральной предельной теоремы теории вероятностей рекомендуют выбор нормального закона распределения рабочих переменных модели.

Нормальное распределение имеет два параметра: математическое ожидание и дисперсию.

С математическим ожиданием всё очень просто, т.к. в качестве оценки математического ожидания рабочей переменной можно взять полусумму предельных значений

$$m^*(x_i) = \frac{x_{i0} + x_{ik}}{2}$$

Далее встаёт вопрос о рассеивании, т.к. для применения нормального распределения обычно не хватает оценок дисперсии или среднего квадратического отклонения.

В такой ситуации можно воспользоваться правилом «трёх сигма», которое широко применяется в практической статистике. В соответствии с этим правилом можно связать крайние возможные значения со средним квадратическим отклонением

$$s^*(x_i) = \frac{x_{ik} - x_{i0}}{6}.$$

При таком подходе данные предыдущего примера пересчитываются для нормального закона распределения, что приводит к результатам, представленным в табл. 6.6.

Таблица 6.6. Статистические характеристики рабочих переменных

$m^*(x_1)$	125,0	$S^*(x_1)$	11,67
$m^*(x_2)$	189,0	$S^*(x_2)$	15,12
$m^*(x_3)$	25,0	$S^*(x_3)$	0,50
$m^*(x_4)$	31,0	$S^*(x_4)$	1,55

В самой имитационной модели изменяются только операторы генерирования случайных значений рабочих переменных:

$$2. \quad x_{1,i} = m(x_1) + S(x_1) \cdot N_1(0, 1, i) .$$

$$3. \quad x_{2,i} = m(x_2) + S(x_2) \cdot N_2(0, 1, i) .$$

.....

$$5.1. \quad x_{3,i} = m(x_3) + S(x_3) \cdot N_3(0, 1, i) .$$

$$5.2. \quad x_{4,i} = m(x_4) + S(x_4) \cdot N_4(0, 1, i) .$$

Пропуская технические подробности, которые обсуждались в предыдущем разделе, обратимся к результатам имитационного моделирования с использованием нормального распределения рабочих переменных. Наиболее значимые характеристики приведены ниже в табл. 6.7, там же приведены аналогичные данные, полученные с равномерным законом распределения.

Таблица 6.7. Сравнение решений

Распределение	$m\mu^*$	$S\gamma^*$	$P^*(R<1)$
Равномерное	372,29	48,71	0,180
Нормальное	372,68	28,20	0,042

Чтобы уменьшить влияние объёма случайных выборок, численный эксперимент, обсуждаемый в данном разделе, представляет собой

выборку при $n=500000$ реализаций (50 серий по 10000 реализаций в каждой).

В качественном плане результат моделирования более чем предсказуем: оценки математических ожиданий практически совпадают, а рассеивание значительно больше у равномерного закона распределения.

Если выводы качественного сравнения очевидны, то относительно полученной оценки вероятности рентабельности было ясно, что для нормального закона эта оценка снизится, но то, какое именно численное значение будет получено – это можно получить только численным экспериментом.

Основной вывод, который следует из обсуждения данного примера, заключается в том, что приступая к статистическому имитационному моделированию, следует с повышенным вниманием отнестись к выбору законов распределения рабочих переменных и к получению численных оценок их параметров.

6.3. Моделирование случайных векторов (векторов со случайными зависимыми параметрами)

Статистическое имитационное моделирование с независимыми в статистическом плане рабочими переменными является первым этапом исследования рискованных ситуаций.

В реальной постановке большинство рабочих переменных являются статистически зависимыми и между ними имеется выраженная корреляция. Например, при увеличении деловой активности фирмы в сочетании с ростом её экономического потенциала обычно наблюдается существенная положительная корреляция между стоимостью внеоборотных и оборотных активов. В то же время, при снижении экономического потенциала между теми же переменными проявляется отрицательная корреляционная зависимость.

В более выраженном виде корреляция проявляется между величинами стоимостного выражения отдельных структурных составляющих используемых фирмой ресурсов, что объясняется ограниченностью величины располагаемого капитала фирмы.

Таким образом, при имитационном моделировании необходимо имитировать реализации значений рабочих переменных с учётом их взаимной корреляции.

Отсутствие необходимой статистики, позволяющей оценить корреляцию рабочих переменных имитационной модели, приводит зачастую к тому, что рабочие переменные рассматриваются как статистически независимые, но это вынужденное упрощение, которое

может в значительной мере отражаться как на количественных результатах моделирования, так и на получаемых качественных выводах относительно рассматриваемой ситуации.

Обратимся к аналитической иллюстрации рассматриваемой задачи.

Допустим, что рабочие переменные представляют собой двумерный случайный вектор

$$X = X(X_1, X_2).$$

Выходной величиной модели является линейная комбинация компонент случайного вектора рабочих переменных

$$Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 - a_3,$$

где a_1, a_2, a_3 - детерминированные (неслучайные) параметры функции связи (константы).

Математическое ожидание результата можно определить по формуле [26]

$$m(y) = a_1 \cdot m(x_1) + a_2 \cdot m(x_2) - a_3.$$

При этом, как известно, математическое ожидание Y не зависит от взаимной корреляции компонент $(X_1; X_2)$.

Дисперсия результата вычисляется с учётом взаимной корреляции рабочих переменных [26]

$$D(y) = a_1^2 \cdot D(x_1) + a_2^2 \cdot D(x_2) + 2r(x_1, x_2) \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot \sqrt{D(x_1) \cdot D(x_2)}.$$

Коэффициент корреляции может принимать как отрицательные, так и положительные значения в нормированном интервале возможных значений

$$-1 \leq r(x_1; x_2) = \frac{1}{\sqrt{D(x_1) \cdot D(x_2)}} M((X_1 - m_{x_1}) \cdot (X_2 - m_{x_2})) \leq +1.$$

Рассмотрим вычисление меры риска как вероятности, того, что результат будет меньше известного критического значения

$$R = P(Y < y_{np}).$$

Если компоненты $(X_1; X_2)$ распределяются по нормальному закону, то результат их линейной комбинации так же будет распределён по нормальному закону.

Обратимся к конкретному числовому примеру: $Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 - a_3$.

В таблице 6.8 приведены численные характеристики исходных данных рассматриваемой задачи, а в таблице 6.9 собраны результаты аналитического решения с различными значениями коэффициента корреляции рабочих переменных.

Таблица 6.8. Исходные данные

$m(x_1)$	$m(x_2)$	$D(x_1)$	$D(x_2)$	a_1	a_2	a_3	$Y_{кр}$
12,0	7,0	10,0	8,0	2,11	3,51	9,89	29,0

Таблица 6.9. Варианты аналитического решения

$r(x_1; x_2)$	0,85	$m(y)$	40,00	$D(y)$	255,69	$P_{\text{норм}}(y < y_{\text{кр}})$	0,25	Значительный риск
$r(x_1; x_2)$	0,00	$m(y)$	40,00	$D(y)$	143,08	$P_{\text{норм}}(y < y_{\text{кр}})$	0,18	Существенный риск
$r(x_1; x_2)$	-0,85	$m(y)$	40,00	$D(y)$	30,47	$P_{\text{норм}}(y < y_{\text{кр}})$	0,02	Незначительный риск

Из полученных результатов видно, что игнорирование корреляции рабочих переменных может влиять и на численные результаты оценки риска, и на получаемые качественные выводы.

Рассмотрим случайный вектор с двумя коррелирующими координатами

$$(X_1; X_2) \left\{ \begin{array}{l} X_1 : m(x_1), s(x_1); \\ X_2 : m(x_2), s(x_2); \end{array} \right\} \leftarrow r_{1,2}.$$

Статистические оценки характеристик случайного вектора можно найти, обрабатывая накопленную статистику

$$m^*(x_1) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{1i}, \quad m^*(x_2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{2i},$$

$$D^*(x_1) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{1i} - m^*(x_1))^2,$$

$$D^*(x_2) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{2i} - m^*(x_2))^2,$$

$$r_{1,2}^* = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{1}{S^*(x_1)} (x_{1i} - m^*(x_1)) \cdot \frac{1}{S^*(x_2)} (x_{2i} - m^*(x_2)).$$

Плотность вероятности двумерного нормального закона распределения [26]

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi \cdot s(x_1) \cdot s(x_2) \sqrt{1 - r_{1,2}^2}} \times \\ \times \exp \left\{ -\frac{1}{2(1 - r_{1,2}^2)} \times \left[\frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)} - \frac{2r_{1,2}}{s(x_1) \cdot s(x_2)} \dot{x}_1 \cdot \dot{x}_2 + \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)} \right] \right\},$$

$$\text{где } \dot{x}_1 = x_1 - m(x_1), \quad \dot{x}_2 = x_2 - m(x_2).$$

Убедимся, что это действительно закон распределения системы двух случайных величин или по другому случайный вектор, каждая компонента которого распределена по нормальному закону.

Когда X_1 и X_2 независимы, что всегда имеет место, если они некоррелированы, т.е. когда $r_{12} = 0$, то, как известно из теории, должно иметь место соотношение

$$f(x_1, x_2) = f_1(x_1) \times f_2(x_2).$$

При этом очевидно, что должно получиться

$$f_1(x_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_1)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \times \frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)}\right\};$$

$$f_2(x_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_2)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \times \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)}\right\}.$$

Проверим, получается ли так в нашем случае

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi \cdot s(x_1) \cdot s(x_2) \sqrt{1-0}} \times$$

$$\times \exp\left\{-\frac{1}{2(1-0)} \times \left[\frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)} - \frac{2 \cdot 0}{s(x_1) \cdot s(x_2)} \dot{x}_1 \cdot \dot{x}_2 + \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)}\right]\right\}.$$

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi \cdot s(x_1) \cdot s(x_2)} \times \exp\left\{-\frac{1}{2} \times \left[\frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)} + \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)}\right]\right\}.$$

Перегруппировав сомножители, получим

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_1)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)}\right\} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_2)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)}\right\}.$$

Откуда, при введении обозначений

$$f_1(x_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_1)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)}\right\}, \quad f_2(x_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_2)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)}\right\}$$

следует $f(x_1, x_2) = f_1(x_1) \times f_2(x_2)$, что и требовалось доказать.

Убедимся так же в том, что рассматриваемое выражение двумерного нормального закона распределения приводит при соответствующих преобразованиях к частным законам распределения компонент, при этом компоненты распределены так же по нормальному закону.

Из теории известно [26], что частный закон распределения можно получить из закона распределения системы случайных величин, например, следующим образом

$$f_1(x_1) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x_1, x_2) dx_2.$$

Используя интеграл Эйлера-Пуассона

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \exp(-t^2) dt = \sqrt{\pi},$$

и интегрируя по частям с заменой переменных $\frac{x_2 - m(x_2)}{\sqrt{2} s(x_2)} = \frac{\dot{x}_2}{\sqrt{2} s(x_2)} = t$, получим

$$f_1(x_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_1)} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \frac{\dot{x}_1^2}{s^2(x_1)} \right\}.$$

Аналогично

$$f_2(x_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot s(x_2)} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \frac{\dot{x}_2^2}{s^2(x_2)} \right\}.$$

Таким образом, мы убедились в том, что двумерный закон нормального распределения является законом распределения двух случайных величин, каждая из которых распределена по своему нормальному закону.

Для выявления условий распределения случайной величины, воспользуемся известными из теории соотношениями [26], которые позволяют получать условные законы распределения компонент случайных двумерных векторов, например

$$f(x_2|x_1) = \frac{f(x_1, x_2)}{f_1(x_1)}.$$

Из этого общего соотношения в нашем конкретном случае получим

$$f(x_2|x_1) = \frac{1}{s(x_2) \sqrt{2\pi} \sqrt{1-r_{1,2}^2}} \times \exp \left\{ -\frac{1}{2(1-r_{1,2}^2)} \times \left[\frac{\dot{x}_2}{s(x_2)} - r_{1,2} \frac{\dot{x}_1}{s(x_1)} \right]^2 \right\}.$$

Введём обозначения

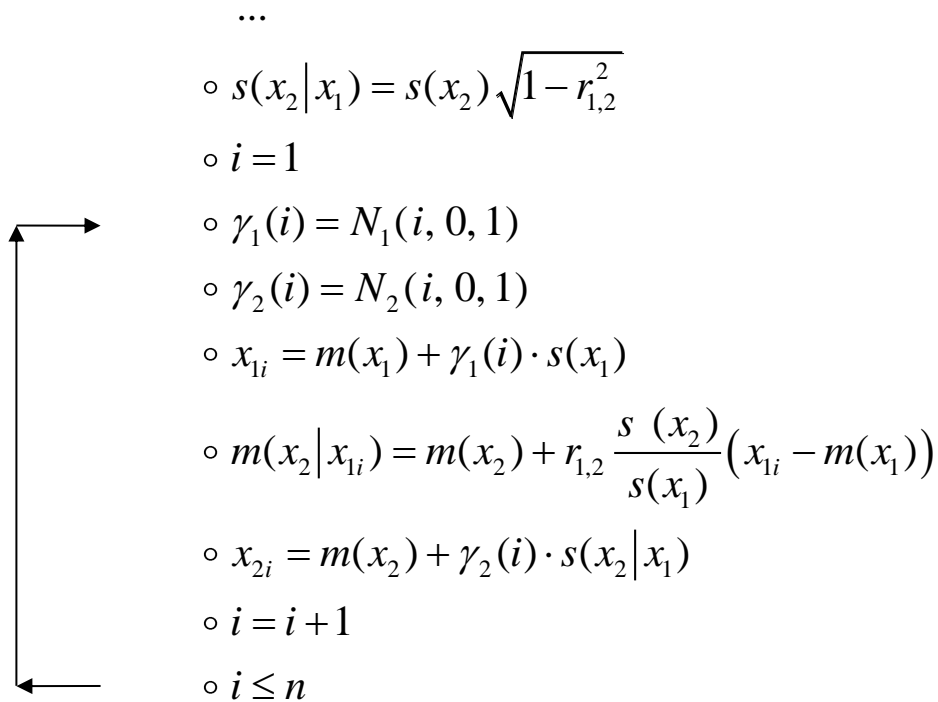
$$s(x_2|x_1) = s(x_2) \sqrt{1-r_{1,2}^2},$$

$$m(x_2|x_1) = m(x_2) + r_{1,2} \frac{s(x_2)}{s(x_1)} (x_1 - m(x_1)).$$

В результате подстановки введённых обозначений получим выражение одной из компонент двумерного распределения при фиксированном значении другой компоненты

$$f(x_2|x_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} s(x_2|x_1)} \times \exp \left\{ -\frac{1}{2} \times \frac{(x_2 - m(x_2|x_1))^2}{s^2(x_2|x_1)} \right\}.$$

Далее необходимо рассмотреть алгоритм получения нормально распределённых чисел с заданной корреляцией. На основе предыдущих рассуждений, алгоритм можно задать следующей схемой расчетов



Рассмотрим пример моделирования с имитацией парной корреляции, для чего обратимся к ранее рассмотренному в данном разделе примеру модели формирования чистой прибыли фирмы, которая производит и реализует некоторую продукцию.

Считаем, что производственный результат y_1 формируется под действием двух факторов, x_1 – капитал (оборотные и некоторая часть внеоборотных активов), x_2 - трудовые ресурсы

$$1. y_1 = \alpha \cdot x_1^{\beta_1} \cdot x_2^{\beta_2}, \quad \beta_2 = 1 - \beta_1.$$

Затем наступает предпродажная подготовка и собственно продажа продукции. Стоимость производственного результата увеличивается с учётом стоимости упаковки, рекламы, заработной платы продавцов, оплаты торговых площадей и за счёт запланированной валовой прибыли. В зависимости от соотношения стоимости исходных ресурсов валовая прибыль y_2 и стоимостных факторов маркетинга x_3 , x_4 может формироваться двумя способами

$$2.1. y_2 = y_{21} = y_1(1 + k_1 \frac{x_3}{x_1}), \quad \text{если } x_1 > x_2.$$

$$2.2. y_2 = y_{22} = y_1(1 + k_2 \frac{x_4}{x_2}), \quad \text{если } x_1 \leq x_2.$$

В конечном итоге чистая прибыль определяется следующим образом

$$3. y = y_2(1 - \psi).$$

В обобщённом виде модель формирования чистой прибыли может быть представлена в виде детерминированной неаналитической функции

$$y = y(x_1, x_2, x_3, x_4; \alpha, \beta_1, \beta_2, k_1, k_2, \psi).$$

Алгоритм детерминированной оценки чистой прибыли в данном случае отражается графически в виде блок-схемы, приведенной на рис. 6.14.

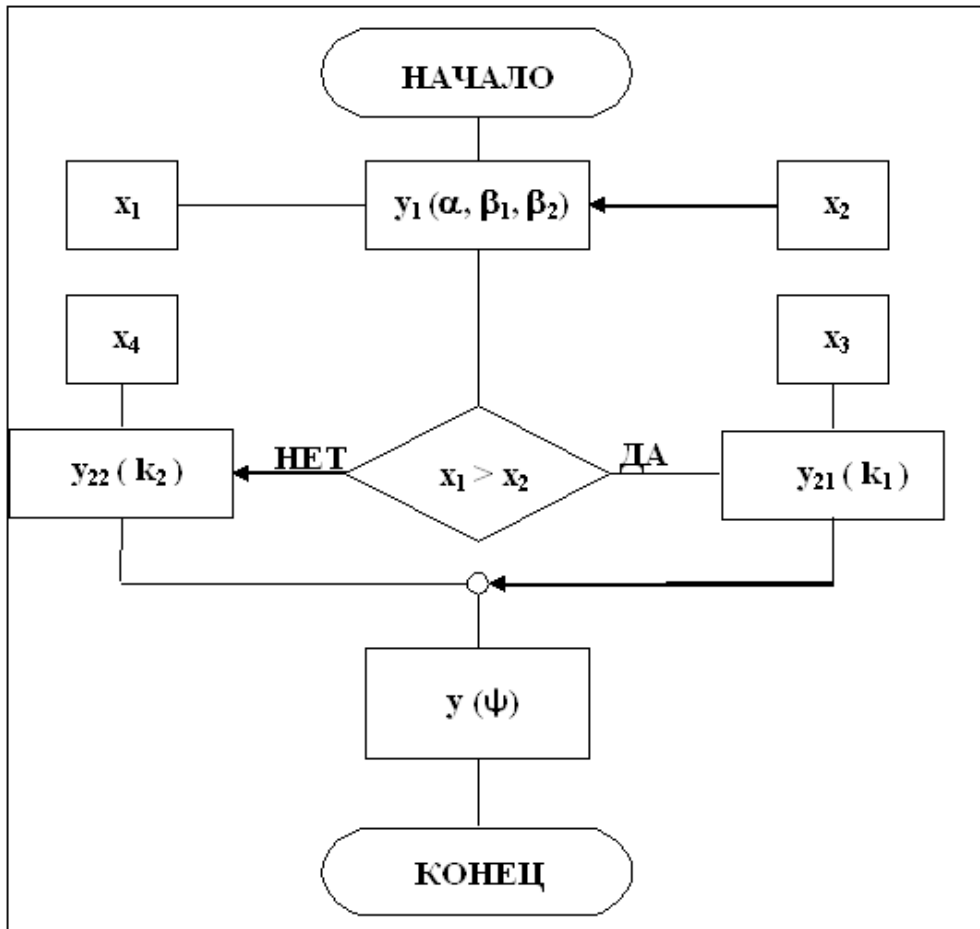


Рисунок 6.14. Алгоритм детерминированной оценки чистой прибыли

Статистическую имитационную модель, приведенную ниже на рис. 6.15, дополним без пояснений имитацией парной корреляции рабочих переменных

$(X_1; X_2)$	$r_{1,2}$	-0,80
$(X_1; X_3)$	$r_{1,3}$	0,80
$(X_2; X_4)$	$r_{2,4}$	0,80

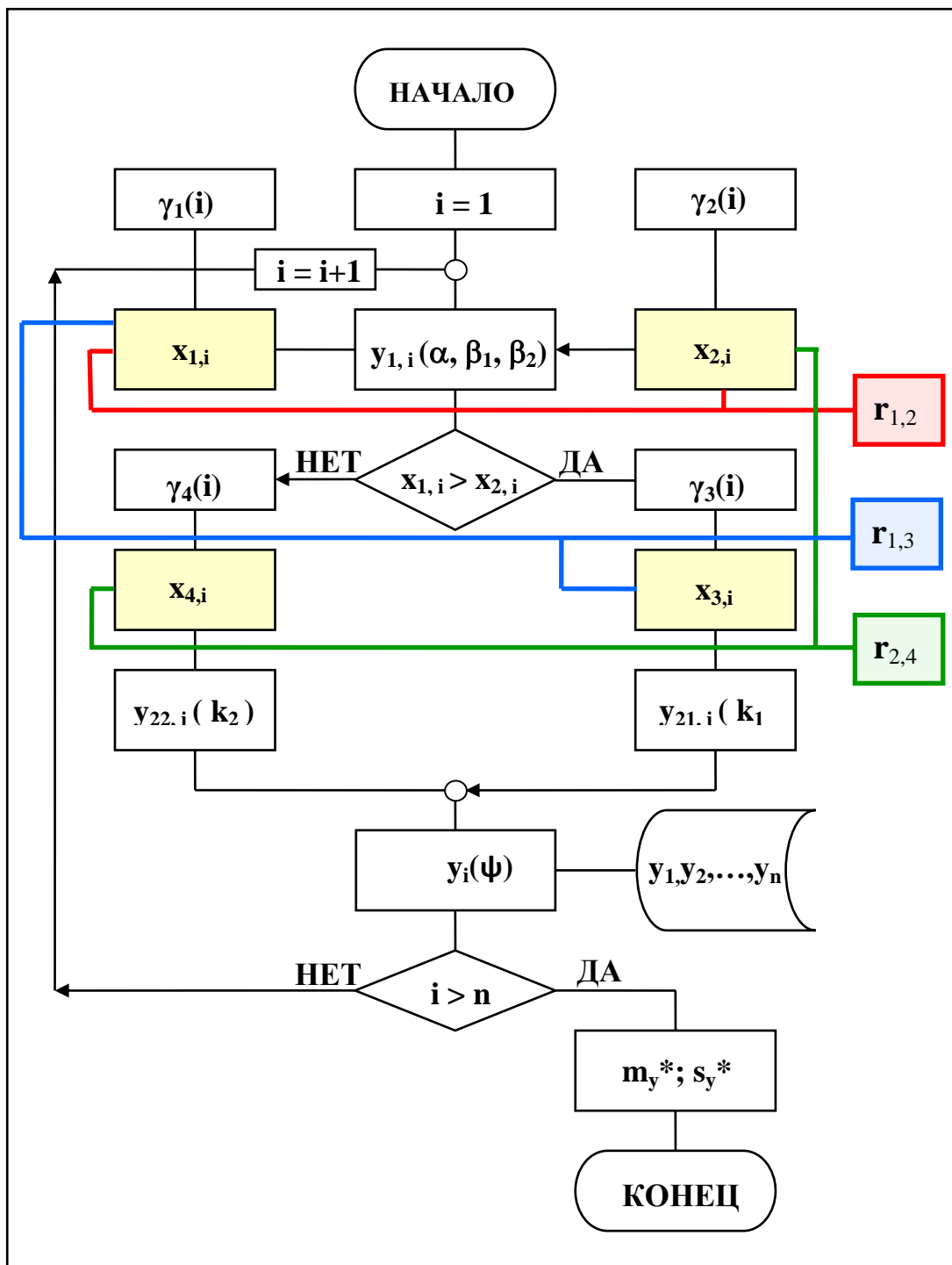


Рисунок 6.15. Алгоритм статистической имитации чистой прибыли

Численное моделирование при имитации заданной корреляции даёт следующую оценку риска отсутствия рентабельности при числе реализаций $n=10000$

$$P_{корр}^* (R < 1) = 0,0969.$$

При тех же исходных данных, с теми же случайными числами и при том же числе реализаций, но при статистически независимых рабочих переменных получено

$$P_{\text{незав}}^* (R < 1) = 0,0433.$$

Как видно, полученные оценки вероятности потери рентабельности различаются практически в два раза, причём имитация корреляции приводит к более жёсткой оценке рассматриваемой ситуации.

В порядке контроля работы алгоритма статистической имитации обратимся к получаемым оценкам коэффициентам рабочих переменных, приведенным в представленной ниже таблице

$r_{1,2}^*$	-0,7993
$r_{1,3}^*$	0,8018
$r_{2,4}^*$	0,8705

Полученные результаты имитации корреляционных связей можно считать более чем удовлетворительными, более того – их можно улучшить, увеличив число реализаций.

Посмотрим так же на взаимную корреляцию координат, которая не задавалась в этой задаче и по умолчанию подразумевается отсутствующей

$r_{2,3}^*$	-0,6387
$r_{1,4}^*$	-0,7009
$r_{3,4}^*$	-0,5628

Результат совершенно непредвиденный – налицо выраженная корреляционная зависимость тех координат, относительно которых мы считали, что они статистически независимы.

Нетрудно догадаться, что наблюдаемый эффект вполне закономерно отражает перекрёстное влияние заданной корреляции. В принципе такая "паразитическая" корреляция может не только не улучшать, но даже ухудшать расчётные оценки риска по сравнению с имитацией статистически независимых координат.

Как же поступать с использованием двумерных случайных векторов? Приведенный пример наглядно продемонстрировал, что такой подход, реализованный чисто механически, весьма ненадёжен.

Тем не менее, применение двумерных случайных векторов часто используется на практике из-за того, что парную корреляцию можно назначать вполне уверенно экспертным путём в условиях отсутствия представительной статистики.

Но, конечно, используя имитацию парной корреляции, необходимо «застраховаться» от непредвиденных эффектов потери точности. Самый простой «рецепт» – рассматривать парную корреляцию непересекающихся, т.е. статистически независимых, координат.

Более радикальное, но и более сложное решение будет рассмотрено в следующем разделе нашего курса, это имитация многомерных случайных векторов.

6.4. Коррекция датчиков случайных чисел

Использование статистического имитационного моделирования предполагает применение датчиков случайных статистически независимых чисел.

Наиболее распространённым является использование случайных характеристик распределённых по нормальному закону, которые получаются с использованием датчика случайных чисел $\gamma_i = N(i, 0, 1)$ стандартизованного нормального закона $N(i, 0, 1)$ с математическим ожиданием $m(\gamma) = 0$ и дисперсией $D(\gamma) = 1$.

Плотность вероятности значений, генерируемых таким датчиком должна соответствовать нормальному закону распределения с соответствующей плотностью вероятностей

$$f(\gamma) = \frac{1}{s(\gamma)\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\gamma - m(\gamma))^2}{2s^2(\gamma)}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\gamma)^2}{2}\right).$$

При таком подходе случайная величина X со своим математическим ожиданием $m(x)$ и собственным средним квадратическим отклонением $s(x)$ на каждом шаге имитационного моделирования i вычисляется следующим образом

$$X_i = m(x) + s(x) \cdot \gamma_i.$$

Увеличение числа имитаций обеспечивает сходимость получаемых выборочных оценок рассматриваемых случайных величин к их истинным значениям. Однако скорость сходимости существенным образом зависит от "качества" используемых датчиков случайных чисел.

В этой связи представляется продуктивной идея корректировки сгенерированных случайных чисел таким образом, что бы соответствующий массив случайных чисел, используемых для имитации каждой компоненты случайного вектора, точно воспроизводил заданное математическое ожидание и дисперсию. Для этого рассмотрим линейную корректировку сгенерированных случайных чисел.

Процедура линейной корректировки псевдослучайных чисел. Для этого предлагается линейная процедура коррекции каждого сгенерированного случайного числа

$$\gamma_{\text{корр}}(i) = a \cdot \gamma_i + b, \quad i = \overline{1, n},$$

выполняемая после того, как полностью сгенерирован весь массив заданного числа случайных чисел.

Сначала определяются фактические значения оценок математического ожидания и среднего квадратического отклонения

$$m_{\gamma}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \gamma_i, \quad s_{\gamma}^* = \sqrt{D_{\gamma}^*} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\gamma_i - m_{\gamma}^*)^2}.$$

Естественно, что из-за ограниченности объёма выборки случайных чисел, их характеристики отличаются от теоретических

$$m_{\gamma}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \gamma_i \neq m_{\gamma} = 0, \quad s_{\gamma}^* = \sqrt{D_{\gamma}^*} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\gamma_i - m_{\gamma}^*)^2} \neq s_{\gamma} = 1.$$

Для обеспечения второго равенства достаточно изменить «масштаб» сгенерированных случайных чисел, введя коэффициент

$$a = \frac{1}{s_{\gamma}^*}.$$

Если каждое число из ранее сгенерированного массива умножить на этот коэффициент, то «исправленные» таким образом случайные числа будут иметь «идеальную» дисперсию.

Теперь осталось исправить ситуацию с математическим ожиданием, учитывая как введённый масштаб, так и отклонение от теоретического значения. С этой целью вводится смещение, определяемое по формуле

$$b = -a \cdot m_{\gamma}^*.$$

В итоге, весь сгенерированный массив случайных чисел следует скорректировать, используя процедуру линейной коррекции

$$\gamma_{\text{корр}}(i) = a \cdot \gamma_i + b, \quad i = \overline{1, n}.$$

Рассмотрим численное решение коррекции массива чисел.

Численный эксперимент. Рассмотрим пример коррекции реальных массивов случайных чисел X_1, X_2, X_3, X_4 , в каждом из которых находятся 10000 случайных чисел, распределённых по нормальному закону. Теоретически должны иметь место следующие результаты

$$m(x_i) = 0, \quad s(x_i) = 1, \quad i = \overline{1, 4}.$$

Реальные статистические характеристики реализации полученных последовательностей приведены в таблице 6.10 и, как видно, они отличаются от теоретических значений.

Таблица 6.10. Исходные характеристики датчиков случайных чисел

$m^*(x_1)$	$s^*(x_1)$	$m^*(x_2)$	$s^*(x_2)$	$m^*(x_3)$	$s^*(x_3)$	$m^*(x_4)$	$s^*(x_4)$
-0,0025	1,00754	-0,0099	0,99201	0,00072	0,9958	-0,004	1,00437

Обработка полученных значений последовательности случайных чисел приводит к получению корректирующих коэффициентов, значения

которых приведены в табл. 6.11. Если бы мы имели идеальные по качеству случайные числа, то должно было бы получиться

$$a_i = 1, \quad b_i = 0, \quad i = \overline{1,4}.$$

Таблица 6.11. Корректирующие коэффициенты

a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3	a_4	b_4
0,99252	0,00246	1,00806	0,00995	1,00421	-0,0007	0,99565	0,00401

В табл. 6.12 приведен фрагмент массива исходных и соответствующих им откорректированных значений сгенерированных последовательностей случайных чисел, откуда видно заметное влияние выполненной коррекции.

Таблица 6.12. Влияние коррекции

Исходные значения				Результат коррекции			
X_1	X_2	X_3	X_4	$X_{к1}$	$X_{к2}$	$X_{к3}$	$X_{к4}$
-1,65512	-2,54485	-1,7893	-0,39846	-1,64028	-2,55542	-1,79756	-0,39272
0,566739	0,149347	1,910037	0,501481	0,56496	0,160497	1,917366	0,503311
-0,7895	-0,05343	-0,56383	-0,08709	-0,78113	-0,04391	-0,56693	-0,0827
-0,48754	-2,26421	1,335651	-1,54101	-0,48143	-2,2725	1,340559	-1,53029
-0,49433	-0,34875	1,739881	0,12706	-0,48817	-0,34161	1,746493	0,130518
-1,14147	-0,75762	-1,05684	-0,09076	-1,13047	-0,75378	-1,06202	-0,08635
-0,54697	1,024244	-1,08805	-0,47287	-0,54042	1,042445	-1,09336	-0,46681
0,255491	-1,13258	-0,22688	0,464158	0,25604	-1,13176	-0,22856	0,46615
0,606929	0,433241	-0,01615	-1,98803	0,604849	0,446679	-0,01694	-1,97537
.....

Проверка эффективности выполненной коррекции иллюстрируется данными статистической обработки откорректированных значений полученных последовательностей случайных чисел приведенными в табл. 6.13, из которых видно, что коррекция обеспечивает ожидаемые функции. Здесь следует иметь в виду, что значения вида $-2E-17$ и подобные им являются "машинными" нулями для чисел с плавающей запятой, т.е. имеют минимально возможные значения, обеспечиваемые разрядной сеткой ЭВМ.

Таблица 6.13. Статистические характеристики откорректированных датчиков

$m^*(x1)$	$s^*(x1)$	$m^*(x2)$	$s^*(x2)$	$m^*(x3)$	$s^*(x3)$	$m^*(x4)$	$s^*(x4)$
-2E-17	1,0000	-2E-17	1,0000	-3E-17	1,0000	4E-17	1,0000

Численный эксперимент с применением наиболее распространённого программного обеспечения (Excel, MATLAB и MathCAD) позволил выявить особенности корректировки датчиков случайных чисел [44].

Численный эксперимент проводился сериями испытаний, в каждой серии реализовано заданное число блоков имитаций $n_s = 50$ с заданным для каждого блока данной серии фиксированным объёмом выборок случайных чисел $n_r - const$, находящимся в интервале значений $n_r = 100 - 10000$.

Результаты численного эксперимента представлены на рисунках 6.16-6.21, где символом \circ обозначены результаты корректировки отдельного блока данных.

«Идеальные» датчики должны обеспечивать значение параметра масштаба a близкое к единице $a \rightarrow 1$, в то же время параметр сдвига стремится к нулю $b \rightarrow 0$. Как видно из результатов проведенного численного эксперимента, известные средства программного обеспечения, такие как Excel, MATLAB и MathCAD, дают последовательности генерируемых случайных чисел, которые, безусловно, нуждаются в корректировке.

Другое дело в том, что процедура предварительной корректировки случайных чисел усложняет алгоритм имитационного моделирования и поэтому редко используется в вычислительной практике, что в свою очередь компенсируется увеличением числа реализаций и как следствие значительным увеличением трудоёмкости (машинного времени) вычислений.

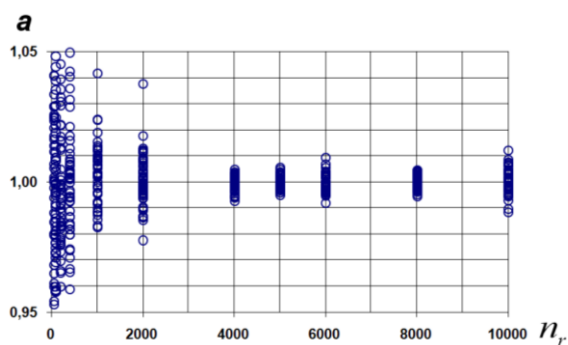


Рисунок 6.16. Корректирующий параметр масштаба: a (Excel)

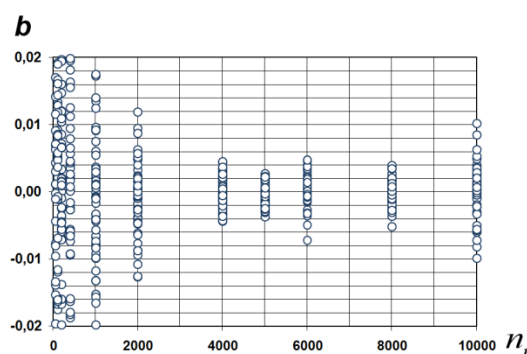


Рисунок 6.17. Корректирующий параметр сдвига: b (Excel)

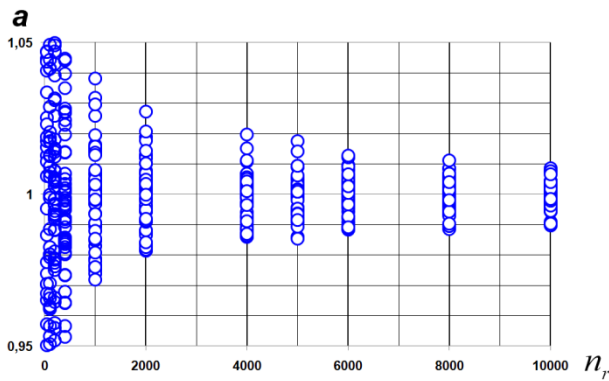


Рисунок 6.18. Корректирующий параметр масштаба: **a** (MATLAB)

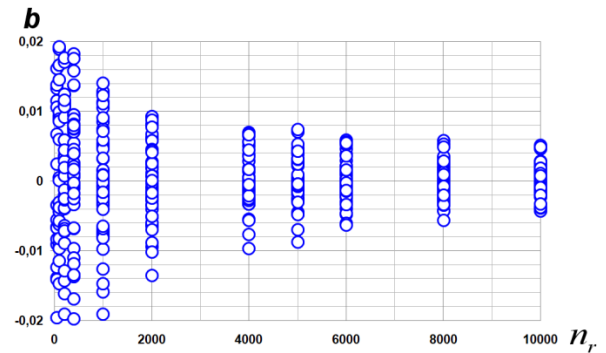


Рисунок 6.19. Корректирующий параметр сдвига: **b** (MATLAB)

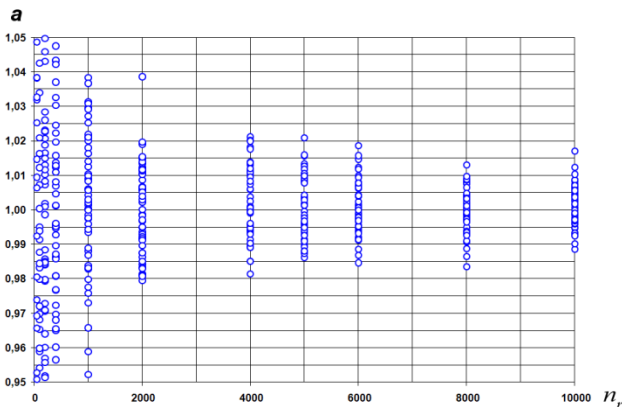


Рисунок 6.20. Корректирующий параметр масштаба: **a** (MathCAD)

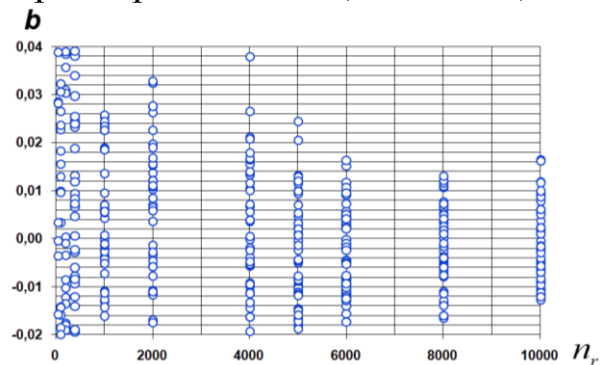


Рисунок 6.21. Корректирующий параметр сдвига: **b** (MathCAD)

Как видно из представленных на графиках результатов, сведенных в таблицу 6.14, наименьшая корректировка требуется для всех рассматриваемых видов ПО при объёме выборок случайных чисел $n_r = 5000$.

Таблица 6.14. Сводные данные анализа характеристик процедуры коррекции

Программное обеспечение	$n_r=5000$				$n_r=10000$			
	a_{\min}	a_{\max}	b_{\min}	b_{\max}	a_{\min}	a_{\max}	b_{\min}	b_{\max}
Excel	0,995	1,006	-0,0037	0,0027	0,998	1,012	-0,0099	0,0102
MATLAB	0,985	1,017	-0,0087	0,0074	0,990	1,0086	-0,0043	0,0049
MathCAD	0,986	1,021	-0,018	0,0245	0,989	1,017	-0,013	0,0160

Наилучшие показатели при $n_r = 5000$ демонстрирует Excel ($0,995 < a < 1,006$; $-0,0037 < b < 0,0027$), для MATLAB имеем несколько худшие результаты ($0,985 < a < 1,017$; $-0,0087 < b < 0,0074$), а MathCAD даёт самые худшие показатели корректирования ($0,986 < a < 1,021$; $-0,018 < b < 0,013$). При

$n_r = 10000$ на первое место (минимальная коррекция) выходит MATLAB, далее следует Excel и худшие результаты снова показывает MathCAD.

С другой стороны, если MATLAB и MathCAD демонстрируют достаточно выраженную монотонность сходимости, то Excel даёт существенно немонотонную зависимость корректирующих параметров от величины объёма выборки, что видно из представленных графиков.

Обращает на себя внимание выраженная неустойчивая смещённость параметра сдвига в генераторе случайных чисел MathCAD, что в Excel и MATLAB не наблюдается.

Достаточно неожиданным, вопреки распространённому мнению, оказалось прекращение сходимости корректирующих параметров при увеличении объёма выборок более 5000 реализаций, что наглядно демонстрируют данные представленные в приведенной таблице 2.14.

Полученные результаты позволяют более обоснованно подходить к выбору программного обеспечения и к назначению числа реализаций при статистическом имитационном моделировании случайных векторов с учётом выбранного программного обеспечения, а также убедительно свидетельствуют о необходимости корректировки генерируемых последовательностей случайных чисел.

Пример моделирования рискованной ситуации с использованием коррекции датчиков случайных чисел. Рассмотрим ранее решаемый пример о моделировании прибыли от некоторой производственной деятельности, используя четырёхфакторную модель вида

$$y = y(x_1, x_2, x_3, x_4; \alpha, \beta_1, \beta_2, k_1, k_2, \psi).$$

Детерминированная модель строится следующим образом

1. $y_1 = \alpha \cdot x_1^{\beta_1} \cdot x_2^{\beta_2}$, $\beta_2 = 1 - \beta_1$.
- 2.1. $y_2 = y_{21} = y_1(1 + k_1 \frac{x_3}{x_1})$, если $x_1 > x_2$.
- 2.2. $y_2 = y_{22} = y_1(1 + k_2 \frac{x_4}{x_2})$, если $x_1 \leq x_2$.
3. $y = y_2(1 - \psi)$.

Параметры детерминированной модели имеют следующие значения

α	4,15
β_1	0,85
β_2	0,15
k_1	0,28
k_2	0,22
ψ	0,36

Будем считать, что рабочие переменные модели x_1, x_2, x_3, x_4 при статистической интерпретации считаются статистически независимыми и распределяются по нормальному закону со следующими числовыми характеристиками

$m(X_1)$	125,0	СКО(X_1)	11,67
$m(X_2)$	189,0	СКО(X_2)	15,12
$m(X_3)$	25,0	СКО(X_3)	0,50
$m(X_4)$	31,0	СКО(X_4)	1,55

Ниже, в табл. 6.15 и 6.16 приведены результаты статистической имитации, как без корректировки, так и с корректировкой случайных чисел. При этом следует заметить, что использовались одни и те же случайные числа, т.е. генерировались массивы случайных чисел без корректировки и проводилась статистическая имитация (результаты в табл. 6.15), затем эти числа подвергались корректировке и использовались для получения данных приведенных в табл. 6.16.

Таблица 6.15. Накапливаемая статистика без корректировки

N	m_x^*	s_x^*	m_y^*	s_y^*	m_{ren}^*	s_{ren}^*	$n(R<1)^*$	$P(R<1)^*$
100	336,30	17,79	371,41	24,66	1,1047	0,0510	1	0,0100
1000	338,66	18,90	372,26	27,94	1,0993	0,0580	42	0,0420
4000	338,86	18,80	372,67	27,41	1,1000	0,0571	160	0,0400
10000	338,76	19,10	372,64	27,82	1,1002	0,0570	423	0,0423

Таблица 6.16. Накапливаемая статистика с коррекцией случайных чисел

N	m_x^*	s_x^*	m_y^*	s_y^*	m_{ren}^*	s_{ren}^*	$n(R<1)^*$	$P(R<1)^*$
100	339,36	18,97	372,87	28,11	1,0987	0,0555	4	0,0400
Погрешность*	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,00901	0,06248	0,00392	0,12291	0,00541	-0,08104	-0,75000	-0,75000
1000	339,04	18,83	372,69	28,00	1,0994	0,0578	40	0,0400
Погрешность*	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,00111	0,00359	0,00117	0,00247	0,00003	0,00307	0,05000	0,05000
4000	339,01	18,87	372,68	28,01	1,0994	0,0577	172	0,0430
Погрешность*	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,00046	0,00359	0,00002	0,02126	0,00052	-0,01030	-0,06977	-0,06977
10000	339,00	19,05	372,69	28,09	1,0994	0,0571	436	0,0436
Погрешность*	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,00072	0,00240	0,00013	0,00985	0,00064	-0,00193	-0,02982	-0,02982

* - погрешность вычисляется как относительное изменение соответствующей величины в результате корректирования.

Как видно из полученных результатов, коррекция случайных чисел в значительной степени сказывается на основном результате статистического имитационного моделирования, а именно на вероятности потери прибыльности $P(R < 1)$. Так при объеме выборки $N = 100$ коррекция значительно отражается на получаемой оценке этой

вероятности и делает её поученное значение близким тому, которое имеет место без коррекции при $N = 10000$.

Окончательный вывод из данного примера сводится к тому, что коррекция случайных чисел позволяет существенно увеличить достоверность оценки расчётных значений при значительном снижении число реализаций имитационного моделирования.

6.5. Моделирование случайных многомерных векторов

При статистическом имитационном моделировании необходимо не просто генерировать статистически независимые случайные характеристики, но генерировать их так чтобы реализовать установленную из опытных данных или назначенную экспертным путём статистическую взаимосвязь рабочих переменных модели.

То, что статистическая (корреляционная) взаимосвязь рабочих переменных имитационной модели существенным образом влияет на итоговые результаты моделирования, мы убедились на примере, приведенном в разделе 6.3. Было показано, что моделирование корреляции между отдельными парами переменных на основе двумерного нормального закона распределения технически реализуется весьма просто, но приводит к появлению таких связей, о которых мы и не предполагали.

Поэтому встаёт задача моделирования переменных с воспроизведением заданной корреляции между всеми парами рабочих переменных, что и представляет собой задачу моделирования случайных векторов

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n) \leftarrow m_{xi}; F_{xi}; K_{i,j} : i = 1 \dots n; j = 1 \dots n.$$

Графически имитационная модель, соответствующая рассмотренному ранее примеру иллюстрируется на рисунке 6.22.

Линейное преобразование случайных векторов. Для реализации преобразования, предположим, что $[U] = [u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n]^T$ случайный вектор (матрица-столбец) размерностью n .

Допустим, что известна матрица математических ожиданий и ковариационная матрица (матрица корреляционных моментов)

$$[M_u] = [m_{u_1}, m_{u_2}, \dots, m_{u_i}, \dots, m_{u_n}]^T$$

$$[K_u] = \begin{bmatrix} K_{1,1} & K_{1,2} & K_{1,i} & K_{1,n} \\ K_{2,1} & K_{2,2} & K_{2,i} & K_{2,n} \\ K_{i,1} & K_{i,2} & K_{i,i} & K_{i,n} \\ K_{n,1} & K_{n,2} & K_{n,i} & K_{n,n} \end{bmatrix}$$

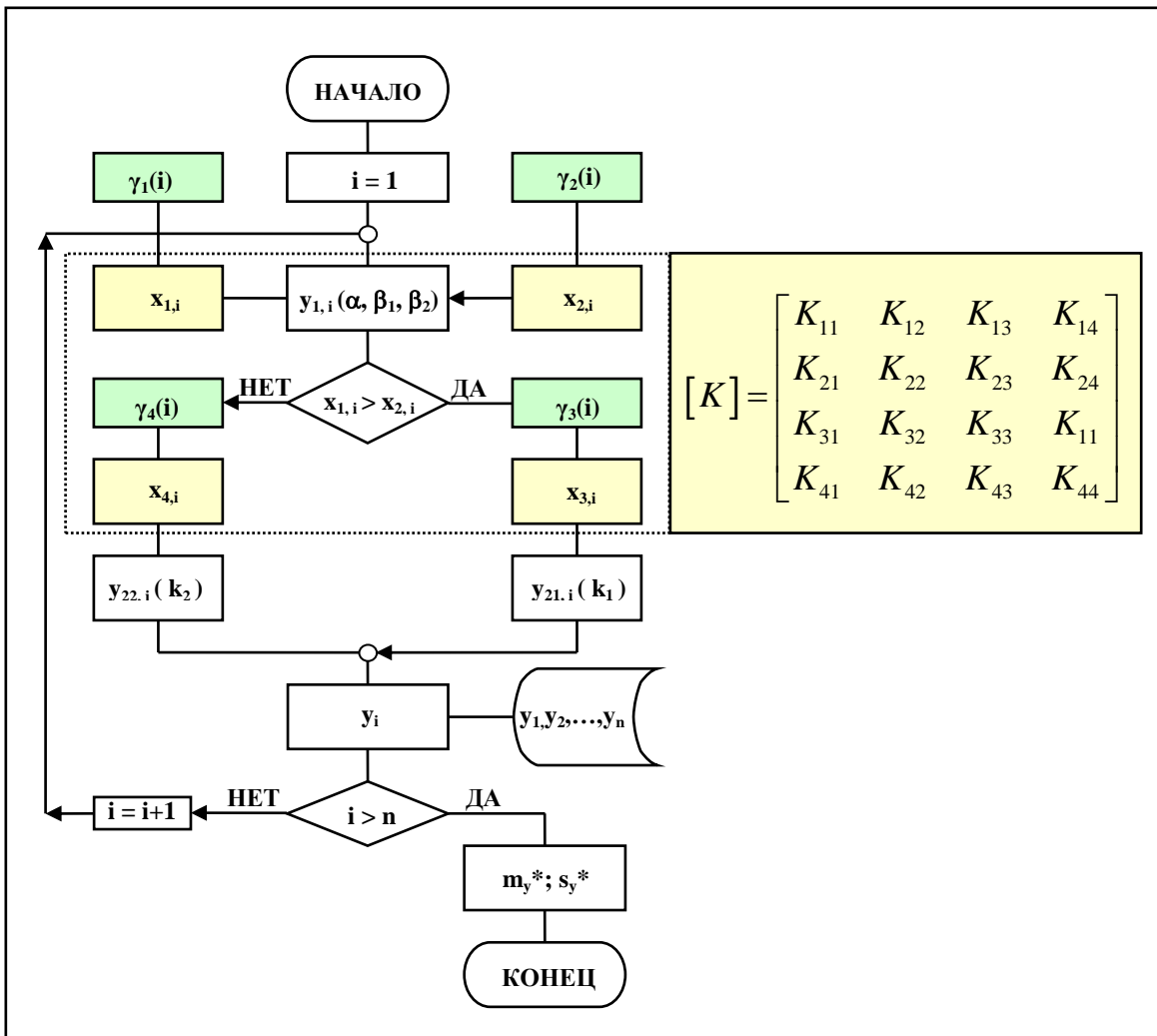


Рисунок 6.22. Алгоритм статистической имитации

Здесь были использованы следующие обозначения

$$m_{ui} = M[u_i] \leftarrow m_{ui}^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N u_{i,k};$$

$$K_{i,j} = M \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ u_i \cdot u_j \end{bmatrix} = M \left[(u_i - m_{ui}) \cdot (u_j - m_{uj}) \right] \leftarrow K_{i,j} = K_{j,i};$$

$$K_{i,j}^* = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (u_{i,k} - m_i^*) \cdot (u_{j,k} - m_j^*);$$

$$K_{i,j}^* = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (u_{i,k} \cdot u_{j,k}) - m_i^* \cdot m_j^*.$$

Очевидно, что $K_{i,i} = D[X_i] = D_i$, т.е. это дисперсия.

Если координаты случайного вектора $[U]$ статистически независимы, то ковариационная матрица вырождается

$$[K_u] = \begin{bmatrix} D_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & D_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & D_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & D_n \end{bmatrix}$$

Примечание. Коэффициент корреляции и корреляционный момент (ковариация) связаны между собой известным соотношением

$$-1 \leq r_{i,j} = \frac{K_{i,j}}{s_i \cdot s_j} \leq +1 .$$

Рассмотрим чисто гипотетически линейную связь случайных векторов $[X]$ и $[Y]$, задаваемую соотношением

$$[X] = [A] * [U] + [M_x],$$

предполагая, $[M_u] = 0$, т.е. считая, что u_i – центрированные нормированные числа, у которых $m_{u_i} = 0$, $D_{u_i} = 1$; $i = \overline{1, n}$.

Можно показать, что ковариационные матрицы рассматриваемых векторов связаны соотношением

$$[K_x] = [A] \cdot [K_u] \cdot [A]^T .$$

Генерирование случайных векторов с независимыми (некоррелированными) координатами не вызывает технических затруднений, при этом очевидно, что

$$[K_u] = \begin{bmatrix} D_{u1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & D_{u2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & D_{ui} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & D_{un} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Мы ничего не сказали о законе распределения случайных чисел $\{u_i; i = \overline{1, n}\}$.

Будем считать, что эти числа подчиняются нормальному закону распределения, тогда $\{X_i; i = \overline{1, n}\}$ тоже распределяются по нормальному закону вследствие теоремы о распределении суммы нормально распределённых слагаемых.

Замечание. Относительно случаев, когда $\{u_i; i = \overline{1, n}\}$ распределяются по какому-нибудь другому закону, нельзя утверждать, что $\{X_i; i = \overline{1, n}\}$ будут распределены по тому же закону, например, по закону равномерной плотности. Более того, чем больше число слагаемых, тем ближе к нормальному будет распределение случайных величин $\{X_i; i = \overline{1, n}\}$.

Рассмотрим способы *определения коэффициентов линейного преобразования случайных векторов*. Допустим, что матрица $[A]$ в линейном преобразовании $[X] = [A] * [U] + [M_x]$, имеет частный вид, а именно является нижнетреугольной матрицей

$$[A] = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Распишем уравнение $[X] = [A] * [U] + [M_x]$, в обычном виде

$$x_1 = a_{11}u_1 + m_{x1}$$

$$x_2 = a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + m_{x2}$$

.....

$$x_n = a_{n1}u_1 + a_{n2}u_2 + a_{n3}u_{31} + \dots + a_{nn}u_n + m_{xn}$$

Перейдём к центрированным величинам

$$\begin{matrix} 0 \\ x_1 = a_{11}u_1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 0 \\ x_2 = a_{21}u_1 + a_{22}u_2 \end{matrix}$$

.....

$$\begin{matrix} 0 \\ x_n = a_{n1}u_1 + a_{n2}u_2 + a_{n3}u_{31} + \dots + a_{nn}u_n \end{matrix}$$

Найдём ковариацию величин x_i и x_j

$$K(x)_{i,j} = M \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ x_i & x_j \end{bmatrix} = M \left[\sum_{l=1}^i (a_{i,l} \cdot u_l) \cdot \sum_{m=1}^j (a_{j,m} \cdot u_m) \right]$$

$$K(x)_{i,j} = \sum_{l=1}^i \sum_{m=1}^j (a_{i,l} \cdot a_{j,m}) \cdot M[u_l \cdot u_m]$$

Поскольку u_l, u_m – центрированные, нормированные и статистически независимые случайные числа, то

$$M[u_l \cdot u_m] = \begin{cases} 0, & \text{если } l \neq m \\ 1, & \text{если } l = m \end{cases}$$

Таким образом, между элементами ковариационной матрицы $[K_x]$ и элементами ковариационной матрицы линейного преобразования $[A]$ установлена следующая связь

$$K(x)_{i,j} = \sum_{k=1}^j a_{i,k} \cdot a_{j,k}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Выведем из под знака суммы последнее слагаемое

$$K(x)_{i,j} = \sum_{k=1}^{j-1} a_{i,k} \cdot a_{j,k} + a_{i,j} \cdot a_{j,j}.$$

Отсюда получим выражения для $a_{i,j}$ и $a_{j,j}$ в виде

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{i,j} = \frac{K(x)_{i,j} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{i,k} \cdot a_{j,k}}{a_{j,j}}, \quad j < i \\ a_{j,j} = \sqrt{K(x)_{j,j} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{j,k}^2}, \quad j = i \\ i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n} \end{array} \right.$$

Полученные соотношения позволяют организовать рекуррентную процедуру определения элементов матрицы линейного преобразования

$$\begin{array}{cccc} a_{11} & & & \\ a_{21} & a_{22} & & \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{array}$$

Однако, при этом возникает следующая проблема. Если $K(x)_{j,j} = D_{j,j}$ сравнительно мало, то $a_{j,j} = \sqrt{K(x)_{j,j} - \dots} = \sqrt{(< 0)}$ и тогда рассматриваемая процедура не реализуема.

Для решения данной проблемы можно: во-первых - сделать переменную X_j статистически независимой от других компонент рассматриваемого случайного вектора.

Во-вторых - можно предложить менее радикальные и более корректные меры, в частности - моделировать нормированные координаты (тогда дисперсии будут одинаковыми) с последующим изменением масштаба. Проведенный в относительно узком диапазоне численный эксперимент показал работоспособность данного приёма.

Более сложное решение – перенумеровать компоненты случайного вектора так, чтобы вперёд вышли те, у которых самые маленькие дисперсии. Чисто теоретически это может дать желаемый эффект.

Необходимо проверить *эффективность численной реализации моделирования случайных векторов*. Для этого, сначала проверяются значения получаемых при статистической имитации математических ожиданий и дисперсий (или средних квадратических отклонений)

$$m_{xi}^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_{i,k};$$

$$D(x)_i^* = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_{i,k})^2 - (m_{xi}^*)^2.$$

Полученные значения сравниваются с теми, которые задавались в исходных данных, проводится исследование сходимости, которое позволяет убедиться в достаточности используемого числа реализаций.

Далее следует убедиться в точности воспроизведении задаваемой корреляции компонент

$$[K(x)^*] \leftarrow K(x)_{i,j}^* = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_{i,k} \cdot x_{j,k}) - m_{xi}^* \cdot m_{xj}^*; \quad i \neq j.$$

Если в исходных данных статистическое взаимодействие координат случайных векторов задавалось коэффициентами корреляции, то их численные оценки определяются следующим образом

$$r(x)_{i,j}^* = \frac{1}{\sqrt{D^*(x_i) \cdot D^*(x_j)}} \left[\frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (x_{i,k} \cdot x_{j,k}) - m_{xi}^* \cdot m_{xj}^* \right]; \quad i \neq j.$$

При недостаточной точности имитации увеличивается число реализаций.

Можно использовать и метод *универсального преобразования случайных векторов* с заданным вектором математических ожиданий. Для иллюстрации данного подхода необходимо вернуться к постановке рассматриваемой ранее задачи.

Необходимо сгенерировать случайный вектор $\mathbf{X} = \{X_1, \dots, X_n\}$ с заданным вектором математических ожиданий $\mathbf{m} = \{m_1, \dots, m_n\}$ и известной ковариационной матрицей $[K]$, где $k_{i,j} = \mathbf{M}[(X_i - m_i)(X_j - m_j)]$.

Вектор \mathbf{X} с заданным распределением можно получить специальным линейным преобразованием вектора $\mathbf{U} = \{U_1, \dots, U_n\}$ с независимыми координатами, распределенными по стандартизованному нормальному закону $\mathbf{N}(0,1)$.

Обычно предполагают, что матрица \mathbf{A} преобразования $\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{U} + \mathbf{m}$ является нижнетреугольной, т.е. k -я строка матрицы \mathbf{A} имеет вид

$$(a_{k1}, \dots, a_{kk}, 0, \dots, 0), \quad k = 1, \dots, n.$$

Коэффициенты преобразования определяются по общей рекуррентной формуле:

$$a_{ij} = \frac{K_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{ik} a_{jk}}{\sqrt{K_{jj} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{jk}^2}}, \quad \text{где } \sum_{k=1}^0 a_{ik} a_{jk} = 0; \quad 1 \leq j \leq n.$$

По существу приведенная формула является тождественным обобщением двух ранее приведенных формул, и не содержит ничего принципиально нового, но такая запись более удобна для последующей алгоритмизации.

В процессе решения задачи необходимо учитывать некоторые особенности определения коэффициентов линейного преобразования для разных типов векторов.

Рассмотрим подробнее подходы к определению *коэффициентов линейного преобразования*⁴ для *n*-мерных векторов.

Случай двумерного вектора $\{X_1, X_2\}$. Для вектора данного типа имеем

$$a_{11} = \sqrt{K_{11}} = \sqrt{D_{x1}}, \quad a_{21} = \frac{K_{12}}{a_{11}} = \frac{K_{12}}{\sqrt{K_{11}}},$$

$$a_{22} = \sqrt{K_{22} - a_{21}^2} = \sqrt{K_{22} - \frac{K_{21}^2}{K_{11}}}.$$

Случай трёхмерного вектора $\{X_1, X_2, X_3\}$. Для такого вектора дополнительные коэффициенты (дополнительно к двумерному вектору) определяются в виде

$$a_{31} = \frac{K_{31} - \sum_{k=1}^0 a_{3k} \times a_{1k}}{\sqrt{K_{11} - \sum_{k=1}^0 a_{1k}^2}} = \frac{K_{31}}{\sqrt{K_{11}}};$$

$$a_{32} = \frac{K_{32} - \sum_{k=1}^1 a_{3k} \times a_{2k}}{\sqrt{K_{22} - \sum_{k=1}^1 a_{2k}^2}} = \frac{K_{32} - a_{31} \times a_{21}}{\sqrt{K_{22} - a_{21}^2}};$$

$$a_{33} = \frac{K_{33} - \sum_{k=1}^2 a_{3k}^2}{\sqrt{K_{33} - \sum_{k=1}^2 a_{3k}^2}} = \frac{K_{33} - a_{31}^2 - a_{32}^2}{\sqrt{K_{33} - a_{31}^2 - a_{32}^2}} = \sqrt{K_{33} - a_{31}^2 - a_{32}^2}.$$

Случай четырёхмерного вектора $\{X_1, X_2, X_3, X_4\}$ (дополнение к предыдущим типам вектора) включает расчет дополнительных коэффициентов в виде

⁴ Данный раздел имеет справочный характер и позволяет избежать часто встречающихся ошибок при программировании имитационных моделей случайных векторов.

$$a_{41} = \frac{K_{41} - \sum_{k=1}^0 a_{4k} \times a_{1k}}{\sqrt{K_{11} - \sum_{k=1}^0 a_{1k}^2}} = \frac{K_{41}}{\sqrt{K_{11}}};$$

$$a_{42} = \frac{K_{42} - \sum_{k=1}^1 a_{4k} \times a_{2k}}{\sqrt{K_{22} - \sum_{k=1}^1 a_{2k}^2}} = \frac{K_{42} - a_{41} \times a_{21}}{\sqrt{K_{22} - a_{21}^2}};$$

$$a_{43} = \frac{K_{43} - \sum_{k=1}^2 a_{4k} \times a_{3k}}{\sqrt{K_{33} - \sum_{k=1}^2 a_{3k}^2}} = \frac{K_{43} - a_{41} \times a_{31} - a_{42} \times a_{32}}{\sqrt{K_{33} - a_{31}^2 - a_{32}^2}};$$

$$a_{44} = \frac{K_{44} - \sum_{k=1}^3 a_{4k}^2}{\sqrt{K_{44} - \sum_{k=1}^3 a_{4k}^2}} = \sqrt{K_{44} - a_{41}^2 - a_{42}^2 - a_{43}^2}.$$

Пример статистической имитации случайных векторов. Продолжим рассмотрение примера статистического имитационного моделирования бизнес-процесса, который подробно описан для случая статистически независимых рабочих переменных и для имитации парной корреляции.

Статистические характеристики рабочих переменных распределённых по нормальному закону приведены были приведены ранее в табл. 6.2.

Корреляционные связи зададим с использованием матрицы коэффициентов корреляции

$$[r] = \begin{bmatrix} 1 & -0,80 & 0,50 & 0,00 \\ -0,80 & 1 & 0,00 & 0,38 \\ 0,50 & 0,00 & 1 & 0,00 \\ 0,00 & 0,38 & 0,00 & 1 \end{bmatrix}$$

Следует обратить внимание на то, что коэффициенты корреляции $r_{3,1}$, $r_{4,2}$ и смежные им $r_{1,3}$, $r_{2,4}$ имеют численные значения, отличающиеся от исходных заданных значений. Это является следствием ограничений используемой процедуры моделирования рабочих переменных с заданными корреляционными связями. Принятые для моделирования численные значения $r_{3,1} = r_{1,3} = 0,50$ и $r_{4,2} = r_{2,4} = 0,38$ отличаются от ранее

заданных значений $r_{3,1} = r_{1,3} = r_{4,2} = r_{2,4} = 0,80$ и являются максимально возможными для реализации используемой процедуры.

Ковариационная матрица для рабочих переменных имеет следующие значения

$$[K] = \begin{bmatrix} 136,19 & -141,16 & 2,92 & 0,00 \\ -141,16 & 228,61 & 0,00 & 8,91 \\ 2,92 & 0,00 & 0,25 & 0,00 \\ 0,00 & 8,91 & 0,00 & 2,40 \end{bmatrix}$$

Вычисленная матрица линейного преобразования выглядит следующим образом

$$[A] = \begin{bmatrix} 11,670 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ -12,096 & 9,072 & 0,000 & 0,000 \\ 0,250 & 0,333 & 0,276 & 0,000 \\ 0,000 & 0,982 & -1,183 & 0,193 \end{bmatrix}$$

Численная имитации при числе реализаций $N = 10000$ с коррекцией датчиков случайных чисел приводит к следующей оценке вероятности потери рентабельности данного проекта

$$P_{\text{корр}}^* (R < 1) = 0,0978.$$

Проверка статистики смоделированных значений рабочих переменных убеждает в достаточной точности воспроизведения статистических характеристик рабочих переменных и их корреляционных связей, что иллюстрируется ниже данными расчётной оценки статистики смоделированных значений рабочих переменных смоделированных значений рабочих переменных в виде оценок математических ожиданий и средних квадратических отклонений рабочих переменных

$$[m^*] = [125,0 \quad 189,0 \quad 25,0 \quad 31,0]$$

$$[\sigma^*] = [11,670 \quad 15,127 \quad 0,497 \quad 1,551]$$

Оценки корреляционных коэффициентов смоделированных значений рабочих переменных смоделированных значений рабочих переменных также убеждают в достаточной адекватности моделирования рабочих переменных

$$[r^*] = \begin{bmatrix} 1 & -0,8002 & 0,4924 & 0,0119 \\ -0,8002 & 1 & 0,0075 & 0,3705 \\ 0,4924 & 0,0075 & 1 & 0,0055 \\ 0,0119 & 0,3705 & 0,0055 & 1 \end{bmatrix}$$

Полученная оценка вероятности критического события в данном примере незначительно отличается от оценки с использованием парной имитации на основе двумерного закона распределения (ранее было получено значение 0,0969).

Закономерно встаёт вопрос о целесообразности более сложной процедуры многомерного моделирования, тогда как создаётся впечатление, что полученные результаты мало отличаются друг от друга. Дело здесь не в частном совпадении результатов двух методов решений, а в том, что парное двумерное моделирование воспроизводит неконтролируемую корреляцию и может давать совершенно непредсказуемые результаты.

В заключение повторно обратим внимание на то, что статистическая постановка задачи оценки рисков экономической деятельности наиболее адекватно решается только численными методами статистического имитационного моделирования, реализация которых возможна с использованием компьютера и зачастую требует значительных затрат времени. В тоже время не вызывает никакого сомнения актуальность оценки и управления рисками в экономике.

ГЛАВА 7. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ

Ранее мы определили, что методология управления рисками включает некоторые эффективные, но достаточно сложные методы, в частности – это метод диверсификации рисков, который увеличивает число возможных альтернатив при принятии решений и позволяет более точно вычислить наилучшую альтернативу для реализации. Однако использование данного метода требует понимания целого ряда специфических экономико-математических моментов, которые требуется учесть для получения положительного эффекта.

7.1. Анализ эффективности метода диверсификации рисков

7.1.1 Упрощённый анализ диверсификации рисков

Чтобы понять особенности диверсификации как метода управления рисками обратимся сначала к рассмотрению упрощённой постановки задачи. Предположим, что капитал в размере S денежных единиц планируется вложить в акции двух предприятий $A1$ и $A2$. Допустим, нам известны дивиденды (доход на единицу вложенных средств) предполагаемых вложений в эти проекты: d_1 для проекта $A1$ и d_2 для

проекта A2. Также считаем, что известны и вероятности получения нулевых доходов p_1, p_2 по каждому из вариантов вложения.

Рассмотрим частный случай совершенно равнозначных статистически независимых проектов, полагая

$$d_1 = d_2 = d; \quad p_1 = p_2 = p$$

Перейдём к прогнозированию математического ожидания дохода при различных вариантах распределения средств между проектами.

Вариант 1. Все средства направляются на покупку акций A1, т.е.

$$S \rightarrow A1; \quad S_1 = S; \quad S_2 = 0.$$

Математическое ожидание дохода определим следующим образом

$$m(Y_1) = (1 - p_1) d_1 \cdot S_1 + p_1 \cdot 0 = (1 - p) d \cdot S.$$

Вариант 2. Все средства направляются на покупку акций A2, т.е.

$$S \rightarrow A2; \quad S_1 = 0; \quad S_2 = S.$$

Математическое ожидание дохода определим по формуле

$$m(Y_2) = (1 - p_2) d_2 \cdot S_2 + p_2 \cdot 0 = (1 - p) d \cdot S.$$

Вариант 3. Средства распределяются поровну между проектами

$$S_1 = S_2 = \frac{1}{2} S;$$

$$m(Y_3) = (1 - p_1) d_1 \cdot S_1 + p_1 \cdot 0 + (1 - p_2) d_2 \cdot S_2 + p_2 \cdot 0 = (1 - p) d \cdot S.$$

Анализ данных вариантов распределения показывает, что математическое ожидание дохода не зависит от диверсификации

$$m(Y_1) = m(Y_2) = m(Y_3)$$

и что диверсификация не влияет на показатели средней доходности. Можно утверждать, что этот вывод имеет общий характер, хотя его основание приведено с использованием простейшего примера.

Продолжим наше исследование, обратившись к оценкам вероятности нулевых доходов для трех рассматриваемых вариантов вложения средств.

Вариант 1 : $S \rightarrow A1; \quad S_1 = S; \quad S_2 = 0.$

$$R1(1) = P(Y_1 = 0) = p_1 = p$$

Вариант 2: $S \rightarrow A2; \quad S_1 = 0; \quad S_2 = S.$

$$R1(2) = P(Y_2 = 0) = p_2 = p$$

Вариант 3: $S \rightarrow A2; \quad S_1 = S_2 = 1/2 S.$

$$R1(3) = P((Y_1 = 0) \cdot (Y_2 = 0)) = p_1 \cdot p_2 = p^2$$

Например, при $p_1 = p_2 = 0,1$ получаем $R1(3) = 0,01$

Получаем совершенно очевидный вывод: **Для статистически независимых событий диверсификация даёт существенное снижение вероятности нулевого дохода.**

Нулевой доход в рассматриваемых вариантах вложения средств является рискованым исходом работы с ценными бумагами, и мы убедились, что вероятность этого риска значительно снижается при диверсификации вложений.

На самом деле реальная постановка задачи сложнее

$$p_1 \neq p_2; d_1 \neq d_2.$$

Да и число возможных вариантов вложения средств $n > 2$.

Кроме того, вероятности нулевой доходности являются статистическими величинами, которые сами по себе имеют различную достоверность и различные законы распределения.

Ну и ещё, очевидно, что вкладываемые средства могут делиться не поровну между рассматриваемыми акциями, а некоторой пропорции, устанавливаемой коэффициентом α т.е.

$$S_1 \neq S_2, S_1 = \alpha \cdot S_2; 0 \leq \alpha \leq 1.$$

Все эти и другие особенности, так или иначе, учитываются в различных теориях портфеля, таких как модель Марковица, Блэка-Шоулза и другие [120,121]. Несмотря на обилие этих моделей, исчерпывающего решения они не дают, т.к. у каждой модели есть недостатки, вытекающие из упрощённого моделирования ситуации в угоду возможности реализации аналитического подхода, приводящего к получению сравнительно простых формул.

7.1.2 Снижение дисперсии при диверсификации

У многих исследователей вопросов риска в качестве меры риска выступает дисперсия результативного признака [15]. Этот упрощённый подход имеет давние традиции, исходящие из теории надёжности технических систем или из теории качества в её инженерных приложениях [87], поскольку, чем больше значение дисперсии показатель рабочих характеристик технических систем, тем ниже их качество, ниже надёжность или вероятность нормального функционирования.

Логически такой подход связан с более адекватной мерой риска в виде вероятности наступления неблагоприятных последствий. Действительно, чем больше дисперсия, тем больше риск, характеризуемый, например, вероятностью получить результат меньше, чем планируемый минимум, как это иллюстрируется графически на рис. 7.1.

На рис. 7.1, где представлены плотности вероятностей некоторой характеристики Y для двух случаев, при которых одинаковы математические ожидания $m_{y1} = m_{y2} = m_y$, но дисперсия результативности второго варианта больше чем первого $D_2 > D_1$.

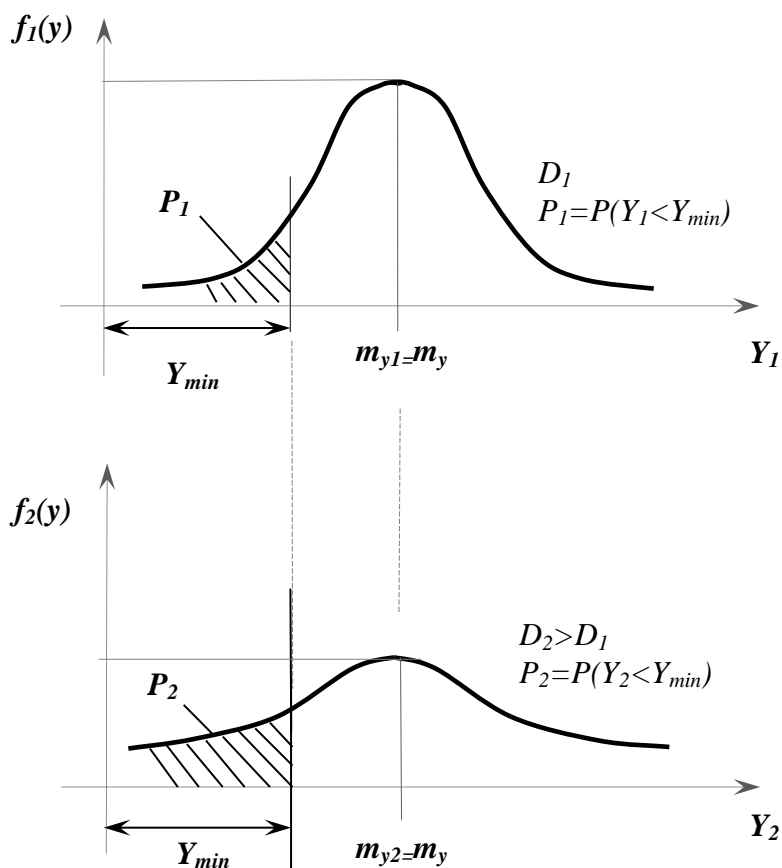


Рисунок 7.1. Влияние дисперсии на вероятность неблагоприятных событий, $P_2 > P_1$

Площадь заштрихованных областей под графиками на рис.7.1 пропорциональна вероятностям рисков получения результата меньше запланированного уровня, сравнивая которые убеждаемся в следующем

$$P_2 > P_1 \text{ где } P_2 = P(Y_2 < Y_{\min}), P_1 = P(Y_1 < Y_{\min}).$$

Таким образом, мы убедились в информативности параметра дисперсии в качестве меры риска, поскольку, чем выше дисперсия, тем больше вероятность неблагоприятных событий.

Продолжая анализ дисперсии как меры риска, обратимся к более детальному рассмотрению данного вопроса при вложении средств фирмы в два проекта "1" и "2":

S – располагаемый объем средств;

α – коэффициент распределения финансирования между проектами

$$S_1 = \alpha \cdot S; \quad S_2 = (1 - \alpha) \cdot S; \quad 0 \leq \alpha \leq 1.$$

Общая прибыль совместной реализации проектов представляет собой случайную величину

$$Y = Y_1 + Y_2 = \alpha \cdot S \cdot r_1 + (1 - \alpha)S \cdot r_2,$$

где r_1, r_2 - реализованные рентабельности соответствующих проектов.

Допустим, что известны ожидаемые рентабельности проектов m_{r1} , m_{r2} и дисперсии рентабельностей D_{r1} , D_{r2} , тогда ожидаемую прибыль от реализации проектов можно вычислить следующим образом

$$m_Y = m_{Y1} + m_{Y2} = S_1 \cdot m_{r1} + S_2 \cdot m_{r2} = [\alpha \cdot m_{r1} + (1-\alpha) \cdot m_{r2}] S.$$

Перейдём к определению дисперсии общей прибыли, выделив следующие варианты взаимосвязи реализуемых проектов:

1. Независимые проекты

$$D_Y = D_{Y1} + D_{Y2} = \alpha^2 S^2 D_{r1} + (1-\alpha)^2 S^2 D_{r2}.$$

2. Статистически зависимые проекты

$$D_Y = \alpha^2 S^2 D_{r1} + (1-\alpha)^2 S^2 D_{r2} + 2\alpha(1-\alpha)r_{1,2}\sqrt{D_{r1}D_{r2}}S^2.$$

Здесь $r_{1,2}$ – корреляционный коэффициент рентабельностей рассматриваемых проектов.

Будем трактовать управление риском как минимизацию дисперсии общей прибыли

$$D_Y(\alpha) = D_Y(\alpha, m_{r1}, m_{r2}, D_{r1}, D_{r2}) \rightarrow \min.$$

Рассмотрим возможные варианты исходных данных:

1. Положительная, точнее неотрицательная корреляция рентабельностей (доходности, прибыльности)

$$r_{1,2} \geq 0.$$

Из формулы для дисперсии статистически зависимых проектов очевидно, что при любом $0 < \alpha < 1$ имеем $D_Y > D_1$ и $D_Y > D_2$.

Отсюда вывод, что все средства следует вложить в один проект, а именно в тот, у которого наименьшая дисперсия. Формально это выглядит следующим образом:

$$\alpha = 1 \rightarrow S_1 = S; S_2 = 0, \text{ если } r_{1,2} \geq 0 \text{ и } D_1 < D_2.$$

$$\alpha = 0 \rightarrow S_2 = S; S_1 = 0, \text{ если } r_{1,2} \geq 0 \text{ и } D_2 < D_1.$$

2. Отрицательная корреляция рентабельностей

$$r_{1,2} < 0.$$

Подбирая значение α , можно добиться того, чтобы общая дисперсия стала меньше суммы двух дисперсий и даже меньше каждой из них в отдельности.

Формальная оптимизация в этой задаче выглядит следующим образом

$$\frac{\partial D_Y}{\partial \alpha} = 0 \rightarrow \alpha_{opt}; D_Y(\alpha_{opt}) = D_{min}.$$

Аналитическое решение приводит к формуле для оптимального вложения средств:

$$\alpha_{opt} = \frac{D_2 - r_{12}\sqrt{D_1D_2}}{D_1 + D_2 - 2r_{12}\sqrt{D_1D_2}}.$$

3. Наиболее частный случай гипотетического характера (максимальная отрицательная корреляция результатов вложений, соответствующая отрицательной детерминированной зависимости)

$$r_{1,2} = -1.$$

Оптимальное распределение средств в данном случае определяется соотношением

$$\alpha_{\text{opt}}(r_{1,2} = -1) = \frac{D_2 + \sqrt{D_1 D_2}}{D_1 + D_2 + 2\sqrt{D_1 D_2}}.$$

или, переходя к средним квадратическим отношениям, имеем

$$\alpha_{\text{opt}}(r_{1,2} = -1) = \frac{\sigma_2^2 + \sigma_1 \cdot \sigma_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_1 \sigma_2} = \frac{\sigma_2(\sigma_1 + \sigma_2)}{(\sigma_1 + \sigma_2)^2} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_1}{\sigma_2}}.$$

Любопытно, что в этом случае при $\sigma_1 = \sigma_2$ и $\alpha = \frac{1}{2}$ получаем

$$D_y = \left(\frac{1}{2}\right)^2 D_1 S^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 D_2 S^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (-1) \sqrt{D_1 D_2} S^2 = 0.$$

$D_y = 0$: Для дисперсии это абсолютный (глобальный) минимум!

Проведенный анализ показал, что максимально выгодным является сочетание проектов, у которых рентабельности связаны обратной линейной зависимостью при одинаковых дисперсиях. Другое дело, что такое сочетание анализируемых данных имеет гипотетический характер и на практике не встречается.

7.1.3 Расширенный подход к статистическому анализу диверсификации

Обратимся к расширенной статистической трактовке диверсификации как средства управления рисками. На рис. 7.2 графически представлены статистические исходные данные участия в двух проектах, результативности которых характеризуется отрицательной корреляционной зависимостью.

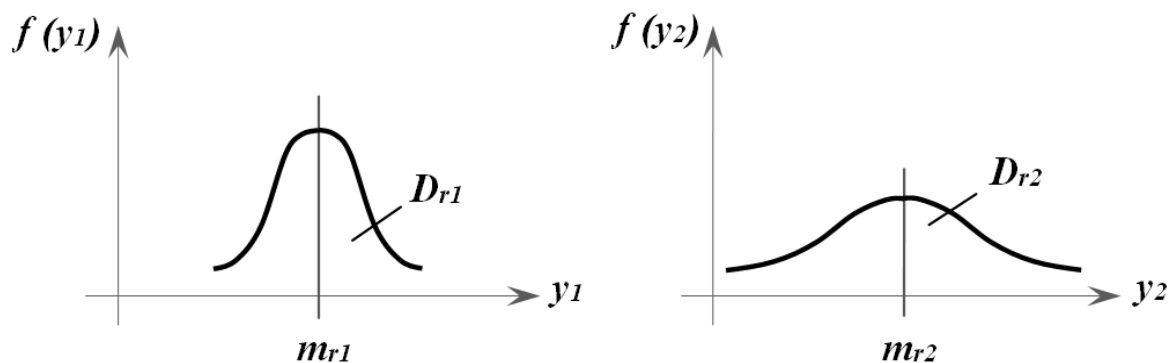


Рисунок 7.2. Общий случай диверсификации при двух проектах, $r_{1,2} < 0$

Распределим средства по участию в проектах следующим образом

$$S: S_1 = \alpha \cdot S; S_2 = (1 - \alpha) \cdot S.$$

Прибыль представляет собой случайную величину в виде суммы нормально распределённых результатов участи в каждом из проектов

$$Y = Y_1 + Y_2$$

Зная математические ожидания рентабельности, найдем математическое ожидание общей прибыли

$$m_y = m_{r1} \alpha S + m_{r2} (1 - \alpha) S.$$

По известной формуле вычислим дисперсию общей прибыли [26]

$$D_y = \alpha^2 S^2 D_{r1} + (1 - \alpha)^2 S^2 D_{r2} + 2 \cdot r_{12} \cdot \alpha (1 - \alpha) S^2 \sqrt{D_{r1} D_{r2}}.$$

Из теории вероятностей известно, что линейная композиция нормальных законов распределения приводит так же к нормальному закону (рис.7.3)..

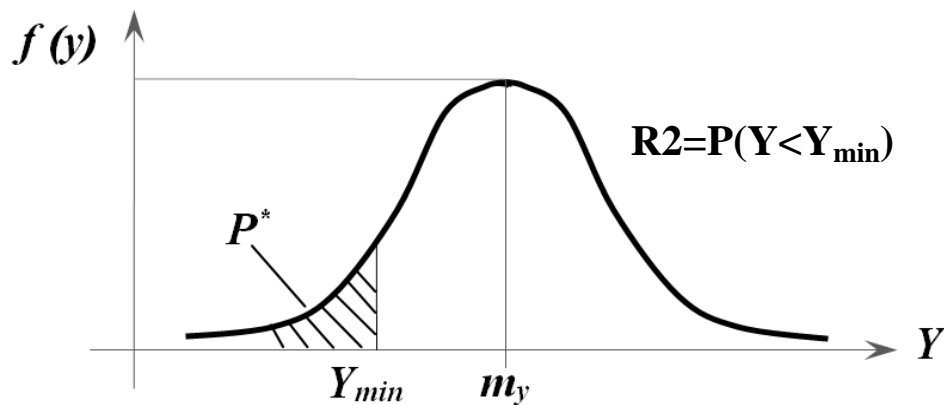


Рисунок 7.3. Композиция распределений исходных данных

В результате мы получаем возможность оценки риска в виде вероятности получения прибыли меньше ожидаемого минимального уровня и поставим своей целью минимизацию этой вероятности, представив уровень риска как функцию коэффициента распределения средств между проектами

$$P^* = R2(\alpha) = P(Y < Y_{min}) = \int_{-\infty}^{Y_{min}} f_{нор}(x, m_y, D_y) dy \Rightarrow \min$$

Выполненный анализ приводит к очевидной технологии управления риском, заключающейся в минимизации вероятности неблагоприятного результата

$$\alpha - \text{var: } P^*(Y < Y_{min}) \rightarrow \min.$$

Такой подход к управлению риском реализует пассивную стратегию.

Стратегия пассивная потому, что мы не заботимся о повышении прибыли, а занимаемся только снижением вероятности получения прибыли меньше минимально допустимой.

Задача совместного повышения прибыли при одновременном снижении рисков является многокритериальной и не имеет общего решения, поскольку предполагает неформализуемую процедуру составления целевой функции.

Дальнейшее развитие данного подхода заключается ещё и в статистической интерпретации числовых характеристик, поскольку в расчётной практике мы можем использовать статистические оценки вместо теоретических значений

$$m_{r1}^*, m_{r2}^*, D_{r1}^*, D_{r2}^*, r_{12}^*.$$

7.2. Общеметодологические вопросы диверсификации

Склонность к риску и величина капитала. При значительном капитале инвестор в первую очередь ориентируется на повышенный доход, а не на возможный риск. Крупный капитал меньше смущает незначительная потеря капитала и поэтому допускает повышенный риск инвестирования. Это не только психология инвестора, но и в том числе развитая диверсификация направлений деятельности, повышенная финансовая устойчивость по сравнению с мелкими конкурентами и разнообразные возможности организации высококвалифицированной юридической поддержки.

При этом среди различных проектов предпочтение может отдаваться менее рентабельным проектам, но более доходным в абсолютном выражении из-за увеличенного объёма осваиваемых средств.

Инвестор с малыми средствами, наоборот, в первую очередь учитывает риск, выбирая менее доходные, но более надёжные, т.е. менее рискованные проекты.

Стратегия инвестирования капитала может быть: агрессивный и неосторожный или осторожный и вялый, и зависит от многих, в том числе, и от психологических или политических обстоятельств.

Как следствие можно сформулировать следующий вывод: Формирование критерия комплексной оценки привлекательности проекта является сложной многокритериальной задачей, решение которой зависит от многих факторов и в том числе от величины капитала и склонности к риску.

Принципы и приемы управления риском. Главный экономический принцип управления рисками заключается в минимизации затрат на реализацию стратегии инновационного развития. Среди основных

особенностей управления риском следует отметить то, что управление риском – это динамический процесс с обратной связью, при котором принятые решения должны периодически анализироваться и пересматриваться.

Основными этапами управления инвестиционными проектами являются:

- система контроля над проектом,
- поэтапное планирование реализации процесса управления.

Основополагающие принципы управления риском сводятся к следующему:

- * нельзя рисковать больше, чем это позволяет собственный капитал,
- * необходимо предусмотреть последствия риска,
- * нельзя рисковать многим ради малого.

Рассмотрим простейший индикатор в виде так называемого коэффициента риска [9]

$$k_R = Y / G,$$

где Y – максимально возможная сумма убытка,

G – объём собственных финансовых ресурсов с учётом точно известных поступлений.

Исследования показали, что оптимальное значение коэффициента риска составляет

$$k_{R \text{ opt}} < 0,30.$$

Недопустимыми значениями коэффициента риска считаются

$$k_R > 0,70.$$

Опыт показывает, что неблагоприятные события при реализации проектов с таким коэффициентом риска приводят к банкротству инвестора.

Примечание. Близкими по смыслу к коэффициенту риска являются многие финансовые коэффициенты, применяемые при анализе финансового состояния предприятия, выполняемом с использованием регламентированных форм бухгалтерской отчётности [10,13].

Отличие здесь в том, что рассматривается действующее предприятие, а не проект бизнеса. Тем не менее, связь очевидна. Например, коэффициент автономии, показывающий долю собственных средств в общем объёме предприятия и вычисляемый как отношение величины источника собственных средств, т.е. величины капиталов и резервов к итогу, который называется валютой баланса

$$K_{\text{авт}} = \frac{\text{Капиталы и Резервы}}{\text{Валюта баланса}}.$$

Нормальное ограничение этого коэффициента составляют значения

$$K_{\text{авт}} > 0,5.$$

В финансовом менеджменте используются и другие коэффициенты, например:

- коэффициент обеспеченности собственными средствами,
- коэффициент манёвренности.

Они являются своеобразными косвенными индикаторами риска неустойчивости финансового состояния.

Рассмотрим некоторые особенности диверсификации при управлении рисками. Диверсификация представляет собой процесс распределения инвестиционных средств между различными объектами вложения капитала, которые непосредственно не связаны между собой, с целью снижения риска потери доходов.

Основная идея: вместо концентрации капитала в одном активе используется вложение в различные активы.

Рассмотрим, например, намерения инвестора вложить значительные средства в сельское хозяйство.

Анализ возможных решений привёл к следующим возможным решениям:

- Инвестировать в несколько хозяйств с одинаковой специализацией.
- Инвестировать в одно многопрофильное хозяйство.
- Инвестировать во взаимный фонд, который владеет акциями нескольких хозяйств (холдинг).

Все возможные решения иллюстрируются графически схемами на рис. 7.4.

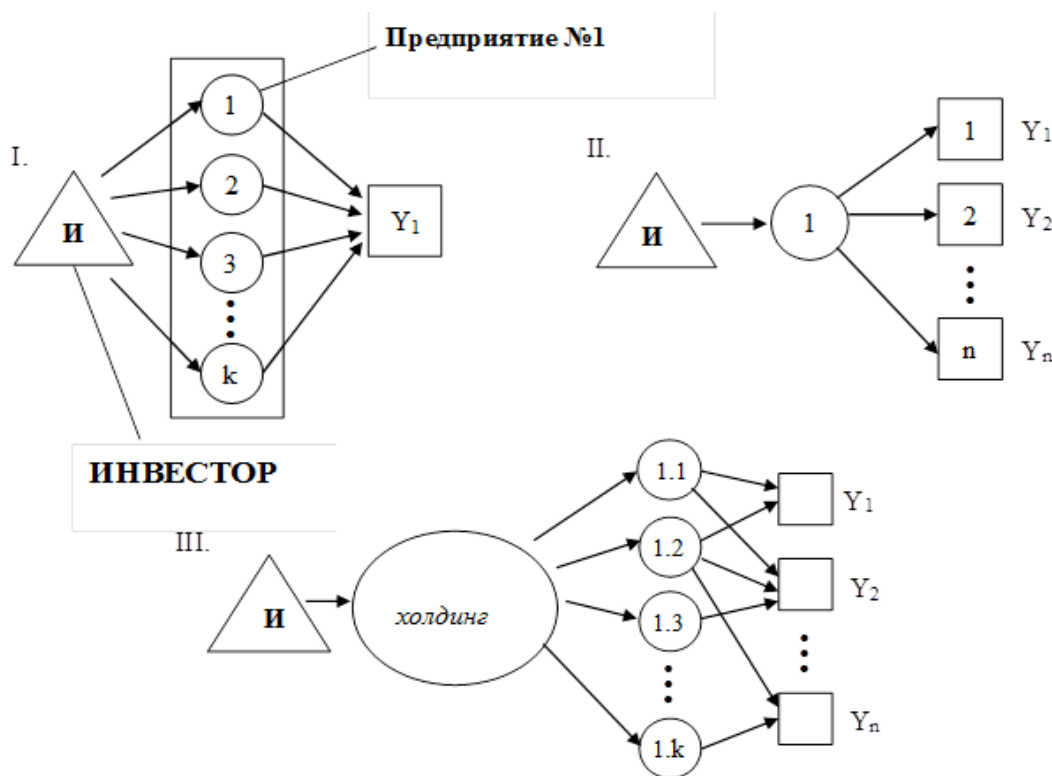


Рисунок 7.4. Варианты возможных решений инвестора

Как видно, все рассматриваемые решения можно считать реализацией идеи диверсификации в той или иной форме. Можно сразу отметить, что первый вариант во много проигрывает двум другим, поскольку очевидна положительная корреляция деятельности предприятий одинакового профиля, поэтому такое решение является неэффективным в плане снижения рисков инвестирования. Третий вариант инвестирования во взаимный фонд холдинга представляется перспективным с точки зрения минимизации рисков, однако здесь требуется анализ статистической независимости вложений самого холдинга, поэтому безоговорочного одобрения здесь не может быть. Остаётся второй вариант – инвестировать в многопрофильное хозяйство, но при условии, что его устойчивость его финансового состояния не вызывает сомнений. Возможно, что после дополнительного анализа именно второй вариант будет признан наиболее привлекательным.

Отметим, что концентрация капитала и стремление к монополизму так же имеют привлекательность для инвесторов, но они криминальны в своей основе.

Можно аналитически показать, что диверсификация не уменьшает риск, если оба проекта связаны так, что либо оба достигнут успеха, либо оба провалятся. В таком случае два проекта ничем не лучше, чем один с суммарным инвестированием, но даже хуже! Хуже, т.к. требуются удвоенные затраты на организацию проектов.

Очевидно, что при диверсификации больше шансов получить прибыль и направить ее на дальнейшее развитие, а при моноинвестировании возрастают шансы вообще ничего не получить, поддавшись иллюзии сверхприбыли.

Наибольший эффект диверсификации, т.е. снижение рассеивания результатов можно получить, если операции имеют статистическую зависимость, близкую к отрицательной линейной зависимости. Однако, дело в том, что некоррелируемость зачастую отождествляется с независимостью, т.к. является её следствием. Последняя идентифицируется логически (умозрительно), а не статистически. В то время как некоррелируемость идентифицируется довольно просто по значениям коэффициента корреляции, определяемым для имеющихся статистических данных.

Если рассматривать финансовую деятельность как самостоятельный сегмент экономики, то легко можно убедиться, что и здесь диверсификация представляет собой единственно разумное правило работы на финансовом.

Подводя итог анализу применения диверсификации, можно утверждать, что диверсификация на независимые операции однозначно

уменьшает риск (СКО) и усредняет показатели эффективности, уводя их от минимальных значений эффективности.

В этой связи создаётся впечатление о том, что найдено универсальное правило инвестирования. Однако это не совсем, т.к. иначе было бы слишком просто, т.к. помимо отрицательной корреляционной взаимосвязи возникают следующие проблемы, так сказать технического характера.

1. Проекты обычно имеют некоторую минимальную стоимость, которая слишком высока, чтобы инвестор реализовал большой портфель проектов. Из-за ограниченности финансовых ресурсов инвестор не может реализовать достаточно широкую диверсификацию.

$$Y_{\text{диверс}} = \sum Y_i; Y_i > Y_{\text{min}}.$$

2. Недостоверная информация из-за бурной динамики или недостаточной надёжности источников информации.

Посмотрим на широкое распространение диверсификации в плане влияния на экономические процессы макроэкономического уровня. Это довольно спорный вопрос. Хотя диверсификация снижает риск для отдельной фирмы-инвестора, однако от этого не изменяются риски самих проектов, в которые вкладываются средства, и общая неопределённость экономической деятельности в стране от этого не уменьшается. Если же взять диверсификацию деятельности государственных предприятий, то это, как правило, естественные монополисты, которым диверсификация деятельности не присуща именно из-за их монопольного положения на рынке.

Рассмотрим широко распространённые заблуждения, как бы оставляющие диверсификацию на самом дальнем плане методов управления бизнесом.

Среди фирм-инвесторов есть те, которые получили наибольшие прибыли. Очевидно, что они не использовали диверсификацию. Именно среди этих фирм находятся так же те, кто получил убытки, вложив средства в один единственный проект.

Диверсификация снижает шансы попасть в обе эти группы.

Если моностратегия может принести либо большой доход, либо большие убытки, то разумнее выбрать некий средний вариант. Такой подход представляется очевидным, но, тем не менее, он зачастую игнорируется.

С другой стороны, благодаря средствам массовой информации, случайная удача трактуется как величайший профессионализм, а поражение тех, кто понёс убытки, объясняется тем, что они вложили деньги не туда, куда надо.

При этом положительные итоги диверсификации, как правило, остаются в тени, т.к. общая прибыль здесь всегда меньше, чем у

случайных максимальных выигрышей. Стабильная, но далеко не рекордная прибыль, гораздо надёжнее рискованных вложений с ожиданием максимальной прибыли.

Распределение риска, т.е. диверсификация – одно из важнейших соображений при эмиссии ценных бумаг. Не случайно, компании выпускают и облигации, и акции. Эти два вида ценных бумаг различаются по характеру риска, который с ними связан.

За последние несколько десятилетий значительно повысилась скорость внедрения инвестиций, что сопровождается облегчением управления риском.

Причина этого заключается в прогрессе в области телекоммуникаций и обработки информации, что привело к значительному снижению транзакционных издержек диверсификации.

В то же время, возросла изменчивость валютных курсов, процентных ставок и товарных цен, динамики конъюнктуры рынка. Если сравнительно недавно заметная инертность перемещения финансов как-то снижала риски поспешных, недостаточно обоснованных решений, то возросшие технические возможности управления бизнесом провоцируют излишнюю концентрацию и конкуренцию капитала. Поэтому наряду с удешевлением затрат на использование инструментов по управлению риском произошло увеличение спроса на этот инструмент.

Возвратившись к вполне естественному желанию уменьшить риски экономической деятельности в масштабах государства, введением усиленного контроля, ограничений и т.п.

Отметим, что гипотетический идеал рынка, совершенного в отношении распределения риска среди его участников на государственном уровне вряд ли будет достигнут. Основными причинами здесь являются: - операционные издержки; - психологические проблемы.

Операционные издержки управления рисками субъектов экономических отношений на государственном уровне, если бы такое направление управлением экономикой развития было включено в государственную программу, представляются неприподъёмными для любого бюджета. Но ограниченность бюджета является не единственным ограничением, другая проблема заключается в том, что проникновение государства во все сферы деятельности субъектов экономических отношений ставит непреодолимый барьер на пути развития свободной конкуренции и тем самым снижает эффективность национальной экономики.

Существуют так же психологические проблемы, заключающиеся в излишней склонности некоторых бизнесменов к рискованным управленческим решениям.

Психологические аспекты лиц принимающих решения (ЛПР) зачастую приводят к безответственности в отношении застрахованных рисков и объясняется это тем, что приобретение страховки от какого-либо риска заставляет застрахованного субъекта сильнее подвергать себя этому риску и меньше заботиться о мерах по его предотвращению [60].

Определим взаимосвязь между диверсификацией и системным риском. Увеличение числа реализуемых проектов при условии их отрицательной статистической взаимосвязи приводит к снижению вероятности неблагоприятных последствий общего портфеля этих проектов. Не углубляясь в исследование неограниченной по числу проектов диверсификации, отметим неочевидные особенности такого решения [27,109]. На рис. 7.5 представлен типовой график результатов неограниченной по числу проектов диверсификации.

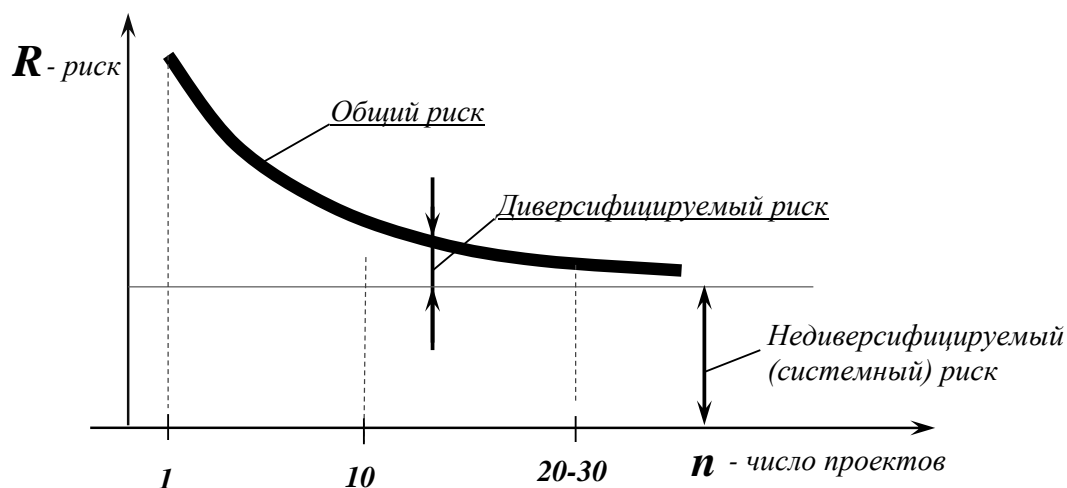


Рисунок 7.5. Снижение риска при диверсификации

Как видно из рис.7.5, эффективность диверсификации снижается по мере увеличения числа проектов или числа инструментов в портфеле. В пределе риск приближается к значению, соответствующему так называемому недиверсифицируемому риску или, по-другому, системный риск.

Исследования показали, что портфель из 20-30 статистически независимых ценных бумаг имеет минимальную несистемную составляющую.

Численные значения системного риска зависят от того, каким отраслям деятельности принадлежат проекты, собранные в портфель, конечно же определённую роль играют региональные особенности и масштаб фактор.

Методология диверсификации риска. В литературе, методы диверсификации риска разбиваются на: концентрическую и горизонтальную диверсификацию:

- **концентрическая диверсификация** — это пополнение ассортимента изделиями, похожими на товары, уже выпускаемые предприятием;

- **горизонтальная диверсификация** — пополнение ассортимента изделиями, не похожими на товары предприятия, но интересными для существующих потребителей.

Диверсификация позволяет снижать следующие виды рисков:

- производственные,
- коммерческие,
- инвестиционные.

Инвестиционные риски снижаются путем создания инвестиционного портфеля фирмы. Обычно в стандартный инвестиционный портфель входят ценные бумаги, имеющие альтернативные цели:

- получение процентов на вложенный капитал;
- сохранение капитала от инфляции;
- обеспечение прироста капитала за счет роста курсовой стоимости приобретенных акций.

В первую группу входят низколиквидные и высокорискованные ценные бумаги, способные принести высокие проценты при удачном стечении обстоятельств.

Ко второй группе относятся ценные бумаги, обладающие большей ликвидностью, выпущенные крупными компаниями или государством, с небольшими рисками и заранее ожидаемыми небольшими, но стабильными процентными выплатами.

Третью группу составляют ценные бумаги, обладающие очень высокой ликвидностью (в данном случае инвестор надеется на шансы заработать на перепродажах).

При формировании инвестиционного портфеля, таким образом, происходит «усреднение» инвестиционного риска путем диверсификации.

Вкладывая деньги в акции одной компании, инвестор оказывается зависимым от колебаний ее курсовой стоимости.

Если инвестор вложит свой капитал в акции нескольких компаний, то эффективность также будет зависеть от курсовых колебаний, но только не каждого курса, а усредненного. Средний курс, как правило, колеблется меньше, поскольку при повышении курса одной из ценных бумаг курс другой может понизиться, и наоборот, колебания могут взаимно погаситься.

Латеральная диверсификация наблюдается при самой слабой связи между старой областью деятельности и нововведениями.

Наиболее важные мотивы использования этого вида диверсификации:

- стремление закрепиться в растущей отрасли;

- наиболее оптимальное и выгодное для предприятия распределение риска;

- проникновение в отрасль с высокой нормой прибыли; использование накопленного опыта менеджмента.

Нередко стремление к латеральной диверсификации объясняется личными пристрастиями руководства или просто случаем.

Определяющую роль в выборе вида диверсификации могут играть налоговые льготы.

Основные формы диверсификации предпринимательских рисков фирмы:

- диверсификация предпринимательской деятельности фирмы, предусматривающая использование альтернативных возможностей получения дохода от различных видов деятельности, непосредственно не связанных друг с другом;

- диверсификация портфеля ценных бумаг — позволяет снижать инвестиционные риски, не уменьшая при этом уровень доходности инвестиционного портфеля;

- диверсификация программы реального инвестирования. При формировании реального инвестиционного портфеля фирме целесообразно отдавать предпочтение программам реализации нескольких проектов относительно небольшой капиталоемкости перед программами, состоящими из крупного единственного инвестиционного проекта;

- диверсификация кредитного портфеля — направлена на снижение кредитного риска фирмы и предусматривает разнообразие покупателей ее продукции или услуг;

- диверсификация поставщиков сырья, материалов и комплектующих;

- диверсификация покупателей продукции;

- диверсификация валютной корзины фирмы. Данный вид диверсификации предусматривает выбор фирмой нескольких видов валют для совершения внешнеэкономических операций.

В страховом бизнесе примером диверсификации является расширение страхового поля.

Например, страхование урожая, строений и т.п. на небольшом пространстве (в случае наступления урагана и т.п.) может привести к необходимости выплаты больших страховых сумм. Увеличение страхового поля уменьшает вероятность одновременного наступления страхового события.

Диверсификация с целью снижения банковских рисков имеет следующие разновидности:

- предоставление кредитов более мелкими суммами большему количеству клиентов при сохранении общего объема кредитования;

- образование валютных резервов в разной валюте с целью уменьшения потерь в случае падения курса одной из валют;
- привлечение депозитных вкладов, ценных бумаг более мелкими суммами от большего числа вкладчиков и т.п.

Диверсификация с выходом за пределы рынка одной страны может уменьшить колебания спроса, а соответствующее увеличение клиентов уменьшает уязвимость проекта при потере одного или нескольких клиентов. Но в этом случае появляются специфические риски, которые, например, связаны с вопросами использования зарубежной валюты таможенного законодательства, поэтому.

Следует отметить, что не любое разнообразие акций, товаров, услуг, клиентов и т.п. приводит к снижению риска. Например, при снижении деловой активности автомобилестроительных фирм они уменьшают закупку металла у металлургов, шин — у представителей соответствующей отрасли промышленности и т.д. В этом случае курсы акций указанных фирм будут колебаться в одну и ту же сторону. Диверсификация путем приобретения акций указанных компаний бесполезна, так как их эффективность будет зависеть от одних и тех же факторов.

Важным условием эффективности принимаемых мер является независимость объектов вложения капитала. Поэтому с целью снижения риска желательно выбирать производство таких товаров, спрос на которые изменяется в противоположных направлениях, т.е. при увеличении спроса на один товар спрос на другой предположительно уменьшается, и наоборот. Такая взаимосвязь между рассматриваемыми показателями носит название отрицательной корреляции.

Диверсификация может не только уменьшить, но и увеличить риск. Увеличение риска происходит в случае, если предприниматель вкладывает средства в область деятельности, в которой его знания и управленческие способности ограничены. В этом случае необходимо удерживаться от соблазна поддерживать неудачный бизнес за счет прибылей, получаемых в других областях деятельности, так как подобная практика может привести к тому, что вся прибыль будет потрачена на убыточную отрасль.

Следует помнить, что диверсификация является способом снижения несистемного риска. Посредством диверсификации **не может быть сокращен системный риск**, который обусловлен общим состоянием экономики и связан с такими факторами, как: война, инфляция, глобальные изменения налогообложения, изменения денежной политики и т.п.

Заключение

В данном исследовании сформулированы подходы к методологии управления рисками в процессе развития экономических систем.

В первом разделе рассматривается понятие и структурные особенности экономической системы, разрабатывается модель развития предприятия.

Для возможных рисков, связанных с развитием предприятия рассматривается понятие риска как экономической категории, анализируются виды экономических рисков и причины их возникновения и обосновываются базовые категории экономических рисков.

С учетом широкого спектра подходов к классификации и группировке рисков, рассматривается методология систематизации рисков в отечественной и зарубежной литературе.

Обобщен и систематизирован инструментально-методический аппарат управления рисками, базирующийся на процедурах идентификации, оценки и управления экономическими рисками.

Выявлены типологические особенности экономического риска и его важнейших видов. Отмечено его место в видовых классификациях. Раскрыта экономическая сущность процесса управления рисками, выделены подходы по управлению, виды управления и их взаимосвязи в типологией самих рисков.

Рассмотрены существующие национальные стандарты риск-менеджмента, по некоторым из них дано подробное описание типологии рисков и методов управления. Даны особенности управления разными видами риска, связанные с процессом развития экономических систем.

Второй раздел монографии посвящен количественной (математической) теории риска. Даны обобщенные теоретические положения количественной теории риска, сформулированы методы качественной и количественной оценки инвестиционных проектных рисков, дано соотношение риска и неопределенности.

Подробно рассматриваются методы имитационного моделирования рискованных ситуаций, подробно исследуется метод Монте-Карло. Определяются способы проведения численных вычислений случайных величин, векторов со случайными зависимыми параметрами и многомерных векторов.

На численных примерах рассматриваются способы управления рисками в виде диверсификации рисков. Оценивается эффективность данного метода, проводится упрощенный и расширенный анализ диверсификации рисков и возможности снижения дисперсии.

Проведен анализ реализации численных примеров управления рисками на базе имитационного моделирования в практике риск-менеджмента на промышленных предприятиях.

Разработанные подходы количественного управления рисками экономического развития предприятий позволяют моделировать рисковые ситуации для оценки и выбора направления, они достаточно универсальны и могут быть реализованы в процессах управления развитием предприятий различных отраслей промышленности.

Библиографический список

1. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни / А.П. Альгин. – М.: Мысль, 1989. - 188 с.
2. Агафонова И.П. Построение эффективной системы риск-менеджмента на предприятии при реализации инновационного проекта / Менеджмент в России и за рубежом. 2003. №4.
3. Афоничкин А.И., Афоничкина Е.А. Управление портфелем стратегического развития экономических систем / Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экономика». Выпуск 3 (37). Тольятти: ВУиТ, 2016.- С.13-20.,
4. Афоничкин А.И., Пустынникова Е.В. Управление корпоративными структурами в экономических кластерах / Материалы V11 Международной научно-практической конференции «Финансовые инструменты кластерной политики» // под общ.ред. Д.А.Яковенко – Самара:Нац. инс-т проф.бухгалтеров, фин.мен. и эконом. 2013. – С.100-111.
5. Афоничкин А.И., Сыропятова С.Б. Анализ рисков при оценке эффективности в инновационно-инвестиционных процессах // Формирование инновационной модели развития региона: Материалы Республиканской науч.-практ. Конф. 16-17 мая 2003г. – Саранск: Тип «Красный Октябрь». 2003. С. 148-151.
6. Афоничкин А.И., Журова Л.И., Топорков А.М. Методология обеспечения устойчивого развития сложноорганизованных экономических систем: монография. - Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2015.- 240с.
7. Афоничкин А.И., Журова Л.И., Михаленко Д.Г. Финансовый менеджмент. Юрайт,ч.1 методология. 2017.
8. Афоничкина Е.А. Политика экономического развития и потенциал роста корпоративных систем / Международная научно-практическая конференция «Процессы глобальной экономики» «GLOBAL ECONOMIC PROCESSES», 21 – 23 октября 2014 г. С-Петербург, СПбГПУ. - С 327-349.
9. Балдин К.В. Риск-менеджмент: Учебное пособие. — М.: Эксмо. 2006. — 368с.
10. Бердникова Л. Ф., Альдебенева С. П. Ключевые показатели финансового анализа бухгалтерской отчетности [Текст] // Экономика, управление, финансы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015. — С. 108-116.
11. Богоявленский С.Б. Управление риском в социально-экономических системах. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 144 с.

12. Боди Эви, Мертон Роберт. Финансы. Пер. с англ. - Изд-во: Вильямс, 2007. — 592 с.
13. Бригхэм Ю., Эрхардт М. Финансовый менеджмент. 10-е изд./Пер. с англ. под. ред. к.э.н. Е. А. Дорофеева. — СПб.: Питер, 2007. — 960 с.
14. Бромвич М. Анализ экономической эффективности капиталовложений: пер с англ.-М.: -1996-432с.
15. Буренин А.Н. Управление портфелем ценных бумаг. Изд-во: Школа срочного рынка. 2012. – 408 с.
16. Буянов В.П. Буянов, В.П. Управление рисками (Рискология) / В.П. Буянов., К.А.Кирсанов, Л.А. Михайлов. - М.: Экзамен, 2002. -384 с.
17. Ван Хорн Дж. Основы управления финансами: пер. с англ., под редакцией И.И. Елисеевой – М., Финансы и статистика 1997 – 800 с.
18. Васильев П.В., Афоничкина Е.А. Управление портфелем развития интегрированных экономических систем. / Монография. Изд-во ВУиТ, Тольятти, 2009. с.408.
19. Вахромов Е.Н., Орлова Е.А. Корпоративные структуры и проблема выбора стратегических ориентиров институциональных преобразований // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2007. – № 3. – С. 195-200.
20. Волков И.М, Грачева М.В. Проектный анализ / Учебное пособие / М.: Изд-во Инфра-М. Серия Учебники экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова – 2009. 496 с.
21. Волков И., Грачева М. Вероятностные методы анализа рисков / http://www.cfin.ru/finanalysis/monte_carlo.shtml.
22. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. – М.: Юрайт. – 2014. – 618 с.
23. Воронцовский А.В. Управление рисками: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / М.: Изд-во Юрайт, 2016. – 414 с.
24. Вяткин В.Н. Риск-менеджмент / В.Н.Вяткин, В.А. Гамза, Ф.В. Маевский. – М.: Изд-во Юрайт, 2016. – 353 с.
25. Гибсон Р. Формирование инвестиционного портфеля: управление финансовыми рисками / Пер. с англ., 3-е изд. М.: Изд-во: Альпина Паблишер. 2015. - 274 с.
26. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / Учеб. пособие. – 12-е изд., перераб. – М.: Юрайт, 2012. – 480 с.
27. Говтвань О.Дж., Мансуров А.К. Макроэкономический анализ системного риска в финансовой сфере // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 2011. № 3 (64), с. 49-57.
28. Горбунов В.Л. Риски предпринимательства. 28 практических советов по оценке и управлению. Учебное пособие / -М.: Изд-во А-Проджект. 2015. - 147 с.

29. Горелая Н.В. Оценка кредитоспособности заёмщика в системе регулирования кредитных рисков // Управление корпоративными финансами. 2005. № 6. С. 29-41.

30. Грабовой П.Г. Риски в современном бизнесе / П.Г. Грабовой, С.М. Петрова. - М.: АЛАНС. - 1994. - 200 с.

31. Грачева М.В. Риск-анализ инвестиционного проекта: Учебник для вузов/ Под ред. М.В. Грачевой. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 351 с.

32. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент. Принципы и методики / Асват Дамодаран ; пер. с англ. О. Л. Пелявского и Е. В. Трибушина. М.: Вильямс, 2010. - 495 с.

33. Димитриади Г.Г. Риски управления банком / СПб.: Изд-во ЛКИ, 2010. - 240 с.

34. Долан Э.Дж., Линсдей Д. Рынок: микроэкономическая модель: Пер. с англ. - С. - Пб., 1992. - 496с.,

35. Дуплякин В.М. Статистический анализ устойчивости экспертного шкалирования на основе парных сравнений / В сб.: Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России. // Сб. статей IX-й Всеросс. науч.-практ. конф. Под ред. Зибарева А.Г., Новикова Д.А.; Самарский гос. аэрокосм. универ. имени академика С.П. Королёва. 2014. С. 4-10.

36. Дуплякин В.М. Сценарное прогнозирование эффективности автомобильного бизнеса / В сб.: Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. // Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России. Сб. статей X Всеросс. науч.-практ. конф. Под ред. Д.А. Новикова. 2015. С. 30-37.

37. Дуплякин В.М., Болдырев М.А. Сравнительный анализ эффективности методов оценки риска неисполнения обязательств по облигациям / Экономика и предпринимательство. 2015. № 5-1 (58-1). С. 1144-1150.

38. Дуплякин В.М., Болдырев М.А. Оценка риска неисполнения обязательств при выпуске облигаций / В сб.: Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций в России. // Сб. статей IX-й Всеросс. науч.-практ. конф. Под ред. Зибарева А.Г., Новикова Д.А.; Самарский гос. аэрокосм. универ. имени академика С.П. Королёва. 2014. С. 11-18.

39. Дуплякин В.М., Болдырев М.А. К вопросу выбора способа оценки риска инвестирования в ценные бумаги / В сб.: Проблемы развития предприятий: теория и практика. // Материалы 13-й Межд. науч.-практ.

конф. Редакц. коллегия: Г.Р. Хасаев, С.И. Ашмарина (ответственный редактор), В.А. Пискунов и др. Самара, 2014. С. 85-92.

40. Дуплякин В.М., Выборнова Л.А. Прогнозирование объемов регионального потребления бензина предприятиями общественного автотранспорта / *European Social Science Journal*. 2014. № 10-1 (49). С. 52-58.

41. Дуплякин В.М., Княжева Ю.В. Моделирование обслуживания в прикассовой зоне торгового предприятия / *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 9-1 (51). С. 36-39.

42. Дуплякин В.М., Княжева Ю.В. Выбор закона распределения входного потока заявок при моделировании системы массового обслуживания торгового предприятия / *Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение*. 2012. № 6 (37). С. 102-111.

43. Дуплякин В.М., Княжева Ю.В. Имитационное моделирование нестационарной системы массового обслуживания торгового предприятия / *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*. 2009. № 41 (174). С. 79-

44. Дуплякин В.М., Копылов Д.Ю., Рязанцев С.В. Анализ способов генерирования случайных векторов / *Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Сб. статей VI-й Всерос.науч.-практ. конф. Вып. 6. Под ред. Зибарева А.Г., Новикова Д.А./ Самарский государственный аэрокосмический университет– Самара, 2011. - С. 20-25.*

45. Дуплякин В.М., Скогарева Ю.В. Моделирование системы массового обслуживания торгового предприятия / *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 1 (107). - С. 67-72.

46. Дуплякин В.М., Тарасова А.Н., Ярмухаметова Р.Р. Разработка статистической модели оптимизации показателей финансового состояния банка (на примере ведущих банков РФ) / *Экономика и предпринимательство*. 2014. № 12-4 (53-4). - С. 576-584.

47. Дуплякин В.М., Федотова К.С., Ярмухаметова Р.Р. Разработка имитационно-прогностической модели управления ликвидностью банка / *Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]*. - Краснодар: КубГАУ, 2014. - №02(4). - Шифр Информрегистра: 0420900012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/archive.asp?n=103> 20 с.

48. Евневич М.А. Интегрированные бизнес-группы в современной России: уточнение определения и классификация для целей управления // *Вестник Санкт-Петербургского университета*. – 2007. – Серия 5. Выпуск 1. – С. 174-177.

49. Елисеев Ю.С. Испытания, обеспечение надёжности и ремонт авиационных двигателей и энергетических установок: Учеб. Пособие / Ю.С. Елисеев, В.В. Крымов, К.А. Малиновский, В.Г. Попов, Н.Л. Ярославцев. – М.: Изд-во МАИ, 2005. - 540 с.
50. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов / Учебное пособие / Изд-во "Финансы и кредит". 2002. - 368 с.
51. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками. – СПб.: Инжэкон, 2000. – 376 с.
52. Иванова Е.А. Особенности функционирования корпораций и корпоративное управление в современной экономике. Монография. – М.: МЭСИ, 2012.
53. Исмагилов Р.Х. Риск-менеджмент. Конспект лекций / изд-во Феникс, 2015.- 198 с.
54. Иода Е.В., Ю. В. Иода Ю.В., Мешкова ЛЛ., Болотина Е.Н. Управление предпринимательскими рисками. Издание второе, исправленное и переработанное. Тамбов.; Издательство ТГТУ. 2002. - 212с.
55. Капустина Н.В. Развитие организации на основе риск-менеджмента: теория, методология и практика / - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 178 с.
56. Капустина Н.В. Теоретико-методологические подходы риск-менеджмента / - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 140 с.
57. Качалов Р.М. Управление экономическим риском. Теоретические основы и приложения / М.; СПб. : Нестор-История, 2012. – 248 с.
58. Кирсанов К.А. Инвестиции и антикризисное управление/ К.А. Кирсанов, А.В. Малявина, С.А. Попов. – М.: МАЭП ИИК «Калита», 2000. – 184 с.
59. Кирюшкин В.Е., Ларионов И.В. Основы риск-менеджмента. М.: «Анкил» 2009. - 132 с.
60. Киселёва И.А., Симонович Н.Е. Принятие решений в условиях риска: Психологические аспекты / Вопросы экономика. № 18 (204), 2014. - с. 23-27.
61. Классификация инвестиционных рисков. - Электрон дан. - Донецк: Норма-Пресс, 2000. – Режим доступа: <http://www.sez.donetsk.ua>.
62. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов / В.В. Ковалев - М.: Финансы и статистика, 1999. - 141 с.
63. Колиснык М. Принципы анализа рисков в проектах / «&Стратегии». №2. 2005.
64. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска /2-е изд. М.: Изд-во Физматлит. 2011. – 620 с.

65. Кошечкин С.А. Концепция риска инвестиционного проекта. ИВР 2002 №4 с.4,- [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.koshechkin.narod.ru.
66. Кузнецов В.Е. Измерение финансовых рисков / В.Е. Кузнецов, П. Зангари, Я.Лонгерстей // Банковские технологии. - 1999. - №7. – С.17-21.
67. Кучеренко А. И. Бюджетирование как метод финансового планирования деятельности организации // Справочник экономиста. 2010. № 3. С. 34-43.
68. Ларионова И.В. Риск-менеджмент в коммерческом банке. Монография / Издательство: КноРус. – 2014. 456 с.
69. Левченко В.Н. Этапы анализа рисков / Теория и практика общественного развития, №7. 2012 г.
70. Лобанова А.А. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. А.А. Лобанова и А.В. Чугунова. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. - 932 с.
71. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – М.: Дело, 2003.
72. Лукашов А. Количественное измерение рисков для нефинансовых компаний / «Консультант», № 1. 2007.
73. Лычкина, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Изд-во Инфра-М. 2014. - 254 с.
74. Мадера А.Г. Риски и шансы. Неопределенность, прогнозирование и оценка / Изд-во Красанд, 2014. - 448 с.
75. Марцынковский Д.А., Владимирцев А.В., Марцынковский О.А.. Руководство по риск-менеджменту. Ассоциация по сертификации «Русский Регистр». Санкт-Петербург: Береста, 2007. - 331 с.
76. Международный стандарт ISO 31000. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/05/iso-31000-2009_Russia.pdf.
77. Мирошников В, Филипчук А. FMEA-методология для качественной оценки рисков инвестпроектов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.cfin.ru/finanalysis/invrisk/FMEA-methodology.shtml>.
78. Мошкова Т.А. Управление портфелем инвестиционного развития экономических систем. Монография / /Под науч.ред. д.э.н., проф. А.И.Афоничкина // Самара: АНО «Издательство Самарский научный центр», 2017. – 234 с.
79. Мхитарян, В.С. Теория вероятностей и математическая статистика / В. С. Мхитарян, Е. В. Астафьева, Ю. Н. Миронкина, Л. И. Трошин. Изд-во: Синергия. Серия: Университетская книга. 2012. - 336 с.

80. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль / пер. с англ. - М.: Дело, 2003. - 360 с.
81. Надёжность технических систем и техногенный риск / В. С. Малкин. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. - 432 с.
82. Национальный стандарт Российской Федерации по управлению рисками ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/05/31010-2011_Russia.pdf
83. Недосекин А., Воронов К. Новый показатель оценки риска инвестиций – нечеткий риск [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/vm_ratio.shtml.
84. Никонова И.А. Проектный анализ и проектное финансирование / Изд-во Альпина Паблишер. 2012. - 160 с.
85. Основы управления финансами: пер. с англ., под редакцией И.И. Елисейевой – М., Финансы и статистика 1997. – 800 с.
86. Пименов Н. А. Управление финансовыми рисками в системе экономической безопасности: учебник и практикум / Н. А. Пименов; под общ. ред. В. И. Авдийского. — М.: Издательство Юрайт, 2014. — 413 с.
87. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надёжности. — СПб.:БХВ-Петербург, 2006. — 702с.
88. Просветов Г.И. Управление рисками. Задачи и решения / М.: Изд-во Альфа-Пресс. 2008. - 416 с.
89. Риск-менеджмент в коммерческом банке: монография; коллектив авторов; под ред. И.В.Ларионовой. – М.: - КНОРУС, 2014. - 456с.
90. Рогов М.А. Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика. 2001. - 120 с.
91. Руководство по риск-менеджменту. ИВ 436:2004. Справочник по AS/NZS 4360:2004. — Jointly published by Standards Australia International Ltd. and Standards New Zealand, 2004. 131 с.
92. Руководство по риск-менеджменту / Д. А. Марцынковский, А. В. Владимирцев, О. А. Марцынковский; Ассоциация по сертификации «Русский Регистр». Санкт-Петербург: 2007.
93. Рыхтикова Н.А. Анализ и управление рисками организации / М.: Изд-во Форум: ИНФРА-М, 2009. - 240 с.
94. Сазерленд Д., Кэнуэлл Д. Стратегический менеджмент. Ключевые понятия. – М.: Баланс Бизнес Букс, 2005.
95. Ситникова Л.В. Интегрированные производственные системы: стратегия, форма, структура. Монография. – М.: Изд-во МАИ, 2008.
96. Соболев, И.М. Численные методы Монте-Карло / Глав. ред. физ.-мат. лит-ры изд-ва "Наука", 1973. - 312 с.

97. Соколов Д.В., Барчуков А.В. Базисная система риск-менеджмент организаций реального сектора экономики / М.: НИЦ Изд-во Инфра-М, 2016, - 128 с.
98. Стандарт Федерация Европейских Ассоциаций Риск-менеджеров (стандарт Ferma). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/05/ferma_russia.pdf.
99. Ступаков В. С., Токаренко Г. С. Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика, 2005. - 288 с.
100. Сыропятова С.Б. Влияние рисков на эффективность инвестиционной деятельности промышленных предприятий // Экономическое развитие современной России: проблемы и перспективы (Межвуз.сборник научных трудов).- Вып.Ш.–Саранск. - 2003. - С.105-108,
101. Сыропятова С.Б. Систематизация рисков инвестиционных проектов // Актуальные проблемы социально-экономического развития: территориальные и отраслевые аспекты: материалы Международной научной конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики». Ч.2. – Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева. 2005. - С. 108-112.
102. Трифонов Ю.В., Плеханова А.Ф., Юрлов Ф.Ф. Выбор эффективных решений в экономике в условиях неопределённости. Монография. Н. Новгород: Издательство ННГУ, 1998. - 140с.
103. Тэпман Л.Н. Риски в экономике / Под ред. проф. В.А. Швандара.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.-380с.
104. Финансовый менеджмент / Юджин Ф. Бригхем, Майкл С. Эрхгардт. 2009. – Питер. – 959 с.
105. Финансовые инструменты / под ред. Ф. Фабоцци ; [пер. с англ. Е. Востриковой, Д. Ковалевского, М. Орлова]. — М. : Эксмо , 2010. — 864 с.
106. Филиппов Л. А. Оценка риска по методу Вексичко. / Л. А. Филиппов, М.Л. Филиппов. - Алтайский госуниверситет. - 2001. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://arw.asu.ru>.
107. Хохлов Н.В. Управление риском: Учеб. Пособие для ВУЗов. / Хохлов Н.В. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 239с.
108. Храброва И.А. Корпоративное управление: вопросы интеграции. Аффилированные лица, организационное проектирование, интеграционная динамика. – М.: Альпина, 2000.
109. Ценина Т.Т. Диверсификация рисков в сфере бизнеса // Российское предпринимательство. — 2005. — № 2 (62). — с. 125-130.
110. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций М., Дело 1998. – 256 с.
111. Четыркин Е.М. Финансовые риски: Научно-практическое пособие / Изд-во "Дело" РАНХиГС. 2015. – 192 с.

112. Шарп У Инвестиции: пер. с англ./ У Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли. – М: ИНФРА-М, 1998. – 1024с.
113. Щиборщ К.В. Бюджетирование деятельности промышленных предприятий России / М.: Изд. Дело и Сервис, 2005. - 592 с.
114. Шаталова Е.П. Оценка кредитоспособности заемщиков в банковском менеджменте: учебник для ВУЗов / Е.П. Шаталова, А.Н. Шаталов. М.: КНОРУС, 2012. – 168 с.
115. Шапкин А.С. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: учебник для бакалавров / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - 6-е изд. - М.: Дашков и К, 2014. - 880 с.
116. Шапкин А.С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 8-е изд. - М.: Дашков и К, 2012.– 544 с.
117. Шахов В.В, Миллерман А.С., Медведев В.Г. Теория и управление рисками в страховании / М.: Изд-во Финансы и статистика. 2003. - 224 с.
118. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. канд. экон. наук А. А. Лобанова и А. В. Чугунова. — 4- изд., испр. и доп. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. — 932 с.
119. Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // The Journal of Finance. 1968. Sept. P. 589–609.
120. Black Fischer; Myron Scholes (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities". Journal of Political Economy. 81 (3): - p.637–654.
121. Markowitz Harry M. Portfolio Selection // Journal of Finance. 1952. 7. № 1, pp. 71-91.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1.

Пример статистического имитационного моделирования вероятности события

Рассматривается численное моделирование суммы двух случайных величин, распределённых по закону равномерной плотности при заданных интервалах возможных значений

$$Z = X + Y; x_{\min} = 1,40, x_{\max} = 2,20; y_{\min} = 1,70, y_{\max} = 2,90 .$$

Необходимо оценить вероятность события $P(Z > 3,95)$. Отметим, что данная задача имеет аналитическое решение, но мы воспользуемся численным методом, чтобы продемонстрировать особенности статистического имитационного моделирования.

В соответствии с теоремой Якоба Бернулли [26] оценим вероятности события по его частоте. При таком подходе имеем

$$P^*(Z > 3,95) = \frac{m}{n},$$

где m – число опытов благоприятных данному событию, n – общее число произведенных опытов или наблюдений, а в нашем случае это число имитаций рассматриваемой ситуации, например, $n = 75$.

В качестве инструмента численного моделирования используем электронные таблицы Excel. Копия фрагмента листа Excel-книги с решением рассматриваемой задачи представлена на рисунке П.1.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Title:** Численная оценка вероятности события (превышение заданного значения суммы двух случайных величин)
- Parameters:**
 - $n = 75$ (total number of trials)
 - $m = 34$ (number of successful trials)
 - $P^*(Z > 3,95) = 0,45333$ (estimated probability)
- Event Definition:** Событие: $z(i) = x(i) + y(i) > 3,95$
- Simulation Results Table:**

Рабочие результаты	$x(i)$	$y(i)$	$z(i) = x(i) + y(i)$	Код проверки условия $z(i) = x(i) + y(i) > 3,95$:
i	1,117	2,279	3,396	
1	2,178	2,364	4,542	1
2	1,444	2,896	4,341	1
3	0,803	1,807	2,610	
4	1,202	2,201	3,403	
5	1,406	2,669	4,075	1
- Legend:** 1 - выполняется, 0 - не выполняется

Рисунок П.1. Численная оценка вероятности события

Приложение 2.

С помощью стандартизованных датчиков случайных равномерно распределённых чисел в ячейках С1 и В1 вычисляются текущие случайные значения рабочих переменных

$$x(i) = 1,4 * \text{слчис}() + 2,2; \quad y(i) = 1,7 * \text{слчис}() + 2,90 .$$

В ячейке Е11 вычисляется текущий результат для величины $z = x + y$.

Текущие результаты последовательно копируются из массива С11:Е11 в расположенные под ними строки. После каждого перекопирования заново автоматически вычисляются случайные числа и текущие результаты и на одну единицу изменяется адрес результата копирования. Эти действия обеспечивает макрос, содержимое которого представлено на рисунке П.2 .

Макрос запускается кнопкой, при этом также осуществляется предварительная очистка массива для копирования получаемых результатов.

В ячейке С7 задаётся число реализаций (число перекопирований текущих результатов).

```
Sub Макрос1()  
,  
' Макрос1 Циклическое построчное перекопирование  
,  
' С7 - число реализаций (число перекопирований)  
' С11:Е11 - массив-строка текущих результатов  
' С12:Е111 - рабочий массив скопированных строк  
,  
' Предварительная очистка рабочего массива  
  Range("С12:Е111").Select  
  Selection.ClearContents  
  Range("I5").Select  
'Циклическое построчное перекопирование  
  Dim Count, C, R, RC  
  Count = ActiveSheet.Range("С7").Value  
  Range("С11:Е11").Select  
  C = Selection.Column  
  RC = Selection.Rows.Count  
  Selection.Copy  
  For i = 1 To Count  
    R = Selection.Row  
    ActiveSheet.Cells(R + RC, C).Activate  
    ActiveSheet.PasteSpecial (xlPasteValuesAndNumberFormats)  
  Next  
  Range("I5").Select  
End Sub
```

Рисунок П.2. Макрос циклического перекопирования

В столбце ячеек J12:J111 формируются двоичные коды проверки выполнения анализируемого условия $z > 3,95$ для соответствующей реализации.

Подсчитав число единиц в массиве J12:J111, определим число опытов благоприятствующих рассматриваемому событию

$$m = \text{СУММ}(J12:J111) = 34 .$$

В результате получаем численную статистическую оценку искомой вероятности

$$P^*(Z > 3,95) = \frac{34}{75} = 0,4533 .$$

Приложение 3.

Стандарты риск-менеджмента

Таблица П1. Описание стандартов управления рисками в РФ (ISO 31000 – 2009)

Название	Описание	Год выпуска
Методы оценки риска	Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011	2012
Риск Менеджмент-Принципы и руководства	Международный стандарт ISO 31000	2009
Менеджмент риска. Принципы и руководящие указания.	Государственный стандарт республики Беларусь. СТБ ISO/IEC 31000.	2009
Менеджмент риска. Методики оценки риска.	Государственный стандарт республики Беларусь. СТБ ISO/IEC 31010.	2009

Таблица П2. Европейский стандарт управления рисками (стандарт FERMA)

Название	Описание	Год выпуска
Стандарты управления рисками	Федерация Европейских Ассоциаций Риск-менеджеров	2003
A RISK MANAGEMENT STANDARD	FEDERATION OF EUROPEAN RISK MANAGEMENT ASSOCIATIONS	2003

Таблица П3. Стандарт управления рисками (COSO II)

Название	Описание	Год выпуска
Enterprise Risk Management — Integrated Framework	Краткий обзор	Сентябрь, 2004
Управление рисками организаций – Интегрированная модель	Краткое изложение. Концептуальные основы.	Сентябрь, 2004

Таблица П4. Стандарт риск-менеджмента (Solvency II)

Название	Описание	Год выпуска
Quantifying Credit and Market Risk under Solvency II: Standard Approach versus Internal Model	Рабочая тетрадь	October 2012
Solvency II. KPMG. A closer look at the evolving process transforming the global insurance industry	Терминология	2011

Solvency II. Решение Oracle на базе стандарта.	Презентация.	2011
Стандартная формула Solvency II в естраховании.		2009

Таблица П5. Стандарт риск-менеджмента (Базель II)

Название	Описание	Год выпуска
ПОЛИТИКА интегрированного управления рисками ОАО «Сбербанк России»	Регламент	2012
Международные стандарты по оценке риска ликвидности, стандартам и мониторингу	Банк международных расчетов	Декабрь, 2009
Моделирование динамики рисков по Базелю II	Банковские риски	2010
Операционные риски и банковский капитал в контексте присоединения России к Базелю II	Управление операционными рисками	Август, 2007
KPMG: Риски деятельности коммерческих банков в России: вопросы управления	Презентация	2007

Афоничкин Александр Иванович
Дуплякин Вячеслав Митрофанович
Афоничкина Екатерина Александровна
Мошкова Татьяна Александровна
Сыропятова Светлана Борисовна

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РИСКОВ РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

МОНОГРАФИЯ

Издательство

Самарского научного центра Российской академии наук
443001, Самара, Студенческий пер., За
тел. (846) 340-06-20

Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Усл. печ. л. **11.68.**

Тираж 500 экз. Заказ № _____

Отпечатано в АНО «Издательство СНЦ»
443001, г. Самара, Студенческий переулок, За
тел. (846) 332-61-76