

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

На правах рукописи

СИДОРОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСАНДРОВНА

**МОДЕЛИ И МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных и
экономических системах

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
д.т.н., доцент Буркова И.В.

Воронеж - 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Теоретические и методические основы анализа рисков	11
1.1. Понятие и структура риска	11
1.2. Классификация рисков	16
1.3. Механизмы управления риском	30
1.4. Механизмы снижения уровня риска при помощи механизма комплексного оценивания	36
1.5. Выводы и постановка задач исследования	57
Глава 2. Построение комплексной оценки уровня риска	59
2.1. Постановка задачи	59
2.2. Интегральная оценка риска	59
2.3. Формирование программы снижения риска	69
2.4. Учет многоцелевых мероприятий	88
2.5. Выводы по главе 2	93
Глава 3. Применение методики управления рисками на промышленном предприятии	94
3.1. Постановка задачи	94
3.2. Разработка программы снижения рисков	95
3.3. Дискретные системы стимулирования простого активного элемента	112
3.4. Комплекс деловых игр «Управление производственными рисками»	120
3.4.1. Учебная игра «Управление риском»	121
3.4.2. Экспериментальная игра «Управление риском»	124
3.4.3. Обучающая игра «Управления рисками»	127
3.5. Выводы по главе 3	130
Основные результаты работы	131
Литература	132
Приложения	147

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы связана с тем, что в последние годы неуклонно возрастает необходимость учета производственных рисков на самых различных промышленных предприятиях страны, а так же создании инструментов и механизмов комплексной оценки этих рисков, как средства повышения экономической эффективности и уменьшения потерь. Это происходит, прежде всего, из-за увеличения самих рисков в мировом масштабе и объясняется многообразностью и усложненностью всех сфер деятельности современного общества. Следует отметить, что повышение производственных рисков в условиях глобальной политической, экономической и социальной нестабильности является общемировой тенденцией.

Все это объясняет и доказывает *актуальность* оценки и управление производственными рисками, которая является необходимостью для предприятий и организаций желающих двигаться по пути совершенствования и конкурентоспособности.

Многообразие рисков выдвигает множество трудноразрешимых задач по комплексному и целенаправленному воздействию на них. Недостаточная проработка аналитических методов по сбору информации, факторов влияющих на уровень риска и организацию на их воздействие, несовершенство комплексной системы управления рисками и способов ее внедрения в работу предприятия обуславливает большой спектр задач в области исследования. Особенно важно, что указанные процессы увеличивают неопределенность экономической среды и требуют качественно новых методов и моделей, позволяющих обеспечить формирование адекватных управленческих решений при работе промышленных предприятий.

Таким образом, диссертационное исследование, направленное на создание методологии комплексного оценивания производственных рисков с помощью актуальных математических методов и моделей, является крайне

важной научной и практической задачей. Решение подобных проблем при условии ограниченности имеющихся ресурсов осуществимо только путем научного обоснования мероприятий и реализации комплекса взаимосвязанных экономических, юридических, научно-технических и многих других решений.

Цель диссертационной работы заключается в разработке механизма комплексного оценивания производственных рисков промышленного предприятия позволяющего обеспечивать с минимальными затратами допустимый уровень опасности в процессе работы предприятия.

Задачи исследования:

- проанализировать существующую ситуацию на действующих промышленных предприятиях в плане оценки производственных рисков и осуществить их классификацию;
- разработать систему комплексной оценки риска на основе дерева свертки показателей и системы матриц, задаваемых в каждой вершине дерева;
- предложить алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и низкого уровней с минимальными затратами;
- исследовать возможность применения указанного выше алгоритма в случаях, когда имеются мероприятия, влияющие на снижение риска сразу по нескольким критериям либо влияющие и на снижение вероятности и ущерба по одному критерию;
- разработать методы определения нормативных показателей в механизмах встречных планов и опережающего самоконтроля для случая активного элемента с дискретными состояниями;
- сформировать комплекс деловых игр «Управление производственными рисками»;

- апробировать методику применения предложенного механизма и алгоритма на объектах строительного комплекса (на примере ЗАО «Лискигазосиликат»).

Объектом исследования являются промышленные предприятия строительной отрасли.

Предметом исследования – модели и методы управления производственными рисками.

Методы исследования. В работе применялись метод дихотомического программирования, методы теории активных систем, моделирования организационных систем управления, системного анализа, имитационного моделирования и теории игр.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- выделен набор рисков, наиболее характерных для производственных предприятий;
- для производственных рисков впервые представлена интегральная оценка степени опасности на основе матричной свертки показателей ущерба и вероятности, а также на основе дерева свертки показателей и системы матриц, задаваемых в каждой вершине дерева;
- применительно для предприятий поставлена и решена актуальная задача снижения степени опасности рискового события до требуемого уровня с минимальными затратами;
- разработан новый алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и низкого уровней с минимальными затратами, при этом рассмотрен случай, когда имеются мероприятия, влияющие на снижение риска сразу по нескольким критериям либо влияющие и на снижение вероятности и ущерба по одному критерию;
- выполнено оригинальное обобщение механизмов стимулирования встречных планов и опережающего самоконтроля для простого активного

элемента, состояние которого является случайной величиной, принимающей конечное число значений;

- предложен комплекс деловых игр «Управление производственными рисками».

Достоверность научных результатов. Научные положения, теоретические выводы и практические рекомендации, включенные в диссертацию, обоснованы математическими доказательствами. Они подтверждены расчетами на примерах, производственными экспериментами и многократной проверкой при внедрении в практику управления.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что применение разработанного механизма комплексного оценивания и алгоритма формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и минимального уровней с минимальными затратами позволяет повысить уровень эффективности управления производственными рисками на предприятии.

Разработанные модели и механизмы диссертационного исследования используются в практике работы ЗАО «Лисигазосиликат».

Модели и механизмы включены в состав учебных курсов «Управление рисками» и «Риск-менеджмент», читаемые в Воронежском государственном архитектурно-строительном университете.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методы оценки степени опасности на основе матричной свертки показателей ущерба и вероятности, с использованием дерева свертки показателей и системы матриц, задаваемых в каждой вершине дерева;

2. Алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и низкого с минимальными затратами;

3. Алгоритм программы снижения риска, при наличии мероприятий влияющих на снижение вероятности и ущерба сразу по одному или нескольким факторам;

4. Обобщение системы стимулирования встречного планирования и механизма опережающего самоконтроля для простого активного элемента, состояние которого является случайной величиной, принимающей конечное число значений;

5. Деловые игры, объединённые в игровой комплекс «Управление производственными рисками».

6. Результаты внедрения на предприятии строительной отрасли ЗАО «Лискигазосиликат».

Апробация работы.

Основные положения диссертации обсуждались на:

- VIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», (г. Москва 2011);
- IX Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», (г. Липецк, 2012);
- X Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», (г. Уфа, 2013).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 11 работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых печатных изданиях, утвержденных ВАК и 7 прочих публикаций в научных журналах и сборниках трудов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения; трех глав; заключения, содержащего основные выводы и результаты исследования; списка литературы и приложения, содержащего сведения о внедрении основных научных положений и разработок автора в практику управления производственными рисками в ЗАО «Лискигазосиликат». Общим объёмом 148 страниц, в том числе содержит 38 рисунков, 125 таблиц. Список литературы содержит 156 наименований.

Все основные результаты получены лично автором.

Во введении подтверждается актуальность выбранной темы диссертационного исследования, указываются цели и задачи исследования, а также практическая значимость и научная новизна.

В первой главе «Теоритические и методологические основы анализа риска» приведены и уточнена трактовка понятия «риск» - это неблагоприятное, опасное событие (действие), которое отрицательно влияет на результат деятельности и ставит под угрозу удовлетворение какой-либо потребности. Необходимость уточнения данного термина в п.1.1. связана с отсутствием единой терминологии. Также во избежание негативных последствий в будущем и для эффективного управления предприятием в целом, дается четкая классификация рисков. Поскольку основополагающим в деятельности любого предприятия является производство, то в данной диссертационной работе особое значение уделено производственным рискам. С этой целью дается конкретизированное понятие «производственного риска», а также подробная классификация производственных рисков, которая позволяет своевременно выявлять, оценивать и сводить их к минимуму, что позволяет повышать эффективность работы предприятия в целом.

Для полноты понимания взаимосвязи и взаимозависимости методов управления, представлена структура системы организационных механизмов управления риском. Среди последних методов формирования механизма оценки рисков современных производственных систем, в основном используется принцип системно-процессного подхода, который позволяет максимально быстро адаптироваться к новым задачам и целям организации.

Также наряду с оценкой производственного риска предлагается обзор нормативных и законодательных документов, которые предназначены для предотвращения аварий и катастроф на производственных предприятиях.

В главе предлагается рассмотреть общее описание задач комплексного оценивания, и методики интегральной оценки уровня риска и ущерба. Это дает возможность решить задачи социально-экономических объектов с

целью построения оптимальной программы (комплекса мероприятий) снижения уровня риска.

Во второй главе рассматривается принцип интегральной оценки риска с целью стратегического, тактического и оперативного управления уровнем риска на производстве.

В данной главе, при исследовании механизма комплексного оценивания, предлагается решить ряд задач:

- задача перехода от частных элементов системы к общему их описанию в сфере человеческой деятельности;
- задача обобщения информации, которая действительно отражала бы взаимодействия участников структурных подразделений, что дает руководящему органу принимать решение основываясь на информации. Это направление тесно связано с проблематикой многокритериальной оптимизации;
- задача исследования поведения структурных подразделений (изучение манипулируемости механизмом комплексного оценивания).

В работе дается определение степени опасности рискового события, которое зависит как от вероятности его наступления, так и от величины ущерба при его наступлении (произведение вероятности на ущерб (ожидаемый ущерб) $D = p \times S$). Для упрощения вычислений предлагается рассматривать только три уровня вероятности и ущерба, и, соответственно, три уровня степени опасности – минимальный (1), средний (2) и высокий (3).

Вводится дискретная шкала для вероятности рискового события и для ущерба. Для определения степени опасности, определяется матрица, строки которой соответствуют различным уровням вероятности, а столбцы - различным уровням ущерба.

Предлагается определить степень опасности сложных рисков на основе простых рисков. Обозначим p_i , S_i и d_i соответственно вероятность, ущерб и степень опасности i -го простого риска для некоторого сложного риска. Тогда

степень опасности сложного риска равна $D = \sum_i d_i = \sum_i p_i S_i$, отсюда

получаем:
$$p = \frac{D}{S} = \frac{\sum p_i S_i}{\sum S_i}.$$

Задача снизить степень опасности рискового события до требуемого уровня с минимальными затратами. Снижение степени опасности достигается за счет мероприятий двух типов. Мероприятия первого типа уменьшают вероятность наступления рискового события, а мероприятия второго типа снижают ущерб при наступлении рискового события.

В **третье** **главе** рассматривается задача синтеза системы стимулирования для простого *активного элемента* (АЭ), под которым понимается объект управления, обладающий свойствами активности и состояние которого является случайной величиной, принимающей конечное число значений.

В главе предлагается применение игрового имитационного моделирования, для совершенствования уже существующих экономических регуляторов и осуществления экспериментальной проверки теоретических результатов и практических предложений по созданию новых экономических механизмов. Подобный игровой подход облегчает работникам-практикам освоить новые экономические механизмы и приобрести опыт в их применении.

Полученные в работе результаты расширяют область применения базового механизма встречного планирования на случай АЭ с дискретными состояниями. Они могут найти применение при разработке программ развития регионов, корпораций, федеральных служб и др.

Решена задача минимизации затрат на обеспечение выгодности заданного состояния.

Предложены три типа деловых игр, объединённые в игровой комплекс «Управление производственными рисками».

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА РИСКОВ

1.1. Понятие и структура риска

Понятие «риск» зародилось еще в древности и с латинского слова *risicum*, что означало «возможность подвергнуться опасности», данный термин настолько широко применялся, что практически без изменений вошел во все европейские языки. Так с итальянского «*risicare*» означает «отважиться» и характеризует отношение человека к будущим событиям, с французского «*risqué*» – угроза опасности, с испанского «*risco*» – скала (идти в море на скалу опасно), а в немецком «*risic*» – грозящая опасность.

И только в XX в. «риск» стали рассматривать с точки зрения управления, так в 70-е годы был создан так называемый «микро риск-менеджмент» при котором управление осуществлялось на уровне отдельных служащих лиц, таких как брокеры, экономисты и т.п. Этот период ознаменовался отменой в 1973г. Бреттон-Вудской системой фиксированных валютных курсов, а также разработкой модели ценообразования опционов, что позволило стимулировать количественное измерение и управлять валютными рисками.

В 80-е гг. были ознаменованы стратегическим управлением активами и пассивами организаций с помощью осуществления планирования и контроля. Важным событием этого периода стала разработка концепции управления в системе RiskMetrics, которую применил банк J.P.Morgan для оценки рыночного риска.

В 90-е гг. управление риском уже во всю применялось в сфере управления рыночным и кредитным рисками с помощью контроля риска в рамках финансового департамента, широко применялось в стратегическом управлении с помощью применения функции «управление рисками» и проведения аудиторских проверок. Именно в этот период (1996г.) в Нью-Йорке была создана Международная ассоциация специалистов по

управлению рисками (Global Association of Risk Professionals, GARP), которая в 1999г.открыла свой филиал в России. А в 1997г. дочерняя компания J.P.Morgan (RiskMetricsGroup) объявила способ расчета показателя CreditVaR (аналог показателя VaR в сфере кредита).

Но основным этапом применения функции «управление риском» знаменуется в XXIв., когда управление риском основывается на комплексном подходе к управлению и применяется в корпоративном риск-менеджменте, в управлении капиталом и операционном управлении активами и пассивами организации. В этот период была создана Международная ассоциация риск-менеджеров PRMIA (Professional Risk Managers' International Association), а также в 2002г. Принят закон о защите интересов, раскрываемой в соответствии с законодательством о ценных бумагах за счет повышения точности и надежности корпоративной информации.

Проявление интереса к управлению риском не случайно, ведь каждый день как в повседневной, так и в деловой жизни человек сталкивается с выбором, а соответственно и с риском принимая решения в условиях неопределенности. Это связано с неполным или неточным представлением ожидаемых значений в будущем, с неточностью или неполнотой полученной информации, которая в свою очередь непосредственно влияет на результат и связанные с ним затраты. Первый, кто сформулировали и связал два понятия «неопределенность» и «риск» были американские математики О. Моргенштерн и Дж. Нейман в вероятностно-математической трактовке риска. В руководстве по основам комплексного управления стоимостью, (Total Cost Managements Framework) разработанного Международной Ассоциацией развития стоимости инжиниринга (The Association for Advancement of Cost Engineering – AACSE), являющегося самым крупным в мире сообществом профессионалов в области стоимостного инжиниринга, объединяющим более 9000 членов из более чем 85 стран мира, указывают на неоднозначность данного понятия означающего: разного рода неопределенность; нежелательные результаты; суммарное воздействие или

последствие неопределенности. Но, тем не менее, уточняют, что *традиционно риск имеет только неблагоприятное, опасное или отрицательное воздействие на цели*. Математик Ф.Найт в своем труде «Риск, неопределенность и прибыль» разделил понятия риск и неопределенность, считав что «...неопределенности, которые можно измерить более не создают для бизнеса неопределенности» [94]. Данное понятие идет в противоречие с высказыванием математиков С.Пуассоном, И.Бернули и Т.Байесом, считавшие, что неопределенность можно измерить и представить в виде количественных значений вероятностей и не разделяли понятия неопределенности и риска. В своём труде «Рискология и синергетика в системе управления» А.П. Альгин предлагает трактовать риск как деятельность, связанную с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи или отклонения от цели. В.И. Михайлов определяет риск как ситуацию, в которой возможность достижения цели наиболее эффективными действиями связана с опасностью наступления отрицательных последствий охраняемыми интересами. А.Л. Савенок в работе «Риск: социально-правовые аспекты» рассматривает риск как деятельность в условиях неопределенности, направленная на выбор варианта проведения ситуации, когда имеется возможность оценить предлагаемый результат. В.А. Абчук в своем труде «Теория риска в морской практике» обозначает риск – как образ действия в условиях неопределенности, ведущий в конечном результате к преобладанию успеха над неудачей.

Таким образом, во избежание непонимания, возникает необходимость четкого определения понятие «риск».

В данной работе под понятием *риск (risk)* понимается *неблагоприятное, опасное событие (действие), которое отрицательно влияет на результат деятельности и ставит под угрозу удовлетворение какой-либо потребности*.

В последнее время в России, в связи с активными как экономическими, так и политическими преобразованиями, риск проник во все сферы человеческой деятельности и конечно не обошел производственную сферу, в связи, с чем возникло немало теоретических и практических проблем управления риском. И первыми из них выступают проблемы организации и управления, и необходимость их совершенствования.

Влияние на производственный процесс оказывают как внешние, так и внутренние факторы. К ним можно отнести непосредственно текущий производственный процесс по выпуску освоённой продукции, постоянный поиск новой продукции, новых рынков, новых заказчиков, разработку инновационных решений.

В этой связи встает необходимость дать полное и четкое определение понятию «производственный риск». Разные источники дают свою интерпретацию этого понятия:

О.С. Кошевой в труде «Основы статистики» даёт следующее определение: «производственный риск» – это риск, связанный с производством продукции, услуг, с осуществлением любых видов производственной деятельности.

Иванов А.А., Олейников С.Я., Бочаров С.А. в своём учебно-методическом комплексе «Риск-менеджмент» даёт следующую трактовку: производственный риск – это вероятность убытков или дополнительных издержек, связанных со сбоями или остановкой производственных процессов, нарушением технологии выполнения операций, низким качеством сырья или работы персонала и т.д.[63]

В универсальной интернет-энциклопедии wikipedia понятие производственный риск толкуется как вид рисков, возникающих в процессе производства, научно-исследовательских и конструкторских разработках (НИОКР), реализации и послереализационного обслуживания продукции (услуг).

А.И. Санталов предлагает определение производственного риска с точки зрения стремления достичь общественно полезную цель или предотвратить наступление вредного результата производственной деятельности путем поставления в опасность охраняемых законом интересов.

Таким образом, понятие *«производственный риск»* - это случайное событие, связанное с осуществлением любых видов производственной деятельности, возникающий в процессе разработки, производства, реализации и послереализационного обслуживания продукции (услуг), приводящее в случае его реализации к убыткам.

К основным причинам, вследствие которых происходит возникновение производственного риска, можно отнести:

- невыполнение планируемых объемов производства и реализации продукции по причинам низкой производительности труда, простоя оборудования, потерь рабочего времени, отсутствия необходимого (как в качественном, так и в количественном смысле) исходных материалов, высокий процент брака производимой продукции;
- отклонение плановой цены от фактической на готовую продукцию, в связи с низким качеством, неблагоприятно сложившейся рыночной конъюнктурой, падением спроса;
- повышение уровня расхода материальных затрат в результате перерасхода материалов, сырья, топлива, энергии, увеличения транспортных расходов, торговых издержек, накладных и других побочных расходов;
- увеличение фонда оплаты труда в связи с ростом планируемой численности, либо за счет выплат более высокого, чем запланировано, премирования отдельным сотрудникам;
- низкий уровень квалификации рабочего персонала;
- изменение налоговых ставок и других отчислений в неблагоприятную для организации сторону в процессе деятельности;
- низкий уровень логистической системы поставок, перебои с энергоресурсами и топливом;

- номенклатура не соответствующая рыночному спросу;
- нехватка у предприятия оборотных средств;
- физический и моральный износ как оборудования, так и оборотных фондов.

В результате данного раздела можно сделать вывод о необходимости постоянного совершенствования уровня организации и управления производственно-хозяйственной деятельности предприятия, цель которого - избежать риски и этим самым свести уровень затрат и ущерба к минимуму.

1.2.Классификация рисков

Ключевым моментов анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия является правильная, четкая классификация рисков, что дает возможность избежать негативных последствий в будущем и эффективно управлять предприятием в целом.

Под классификацией риска следует понимать распределение риска на конкретные группы для достижения поставленных целей. Научно обоснованная классификация риска позволяет четко определить место каждого риска в их общей системе. Она дает возможности для эффективного применения соответствующих методов, приемов управления риском.

Чтобы результативно классифицировать риски предлагается соблюдение некоторых правил:

Во-первых, большой ошибкой будет группирование рисков в строго определенные группы, объединение может быть только условным, это позволит различать их значимость и давать четкую оценку.

Во-вторых, каждый риск должен рассматриваться и анализироваться индивидуально, что позволяет, что позволяет точнее определить его степень.

В-третьих, предлагаемая классификация не является аксиомой. Любой руководитель при ведении финансово-хозяйственной деятельности может варьировать приведенным перечнем рисков.

Общая классификация рисков представлена на рисунке 1.2.1.

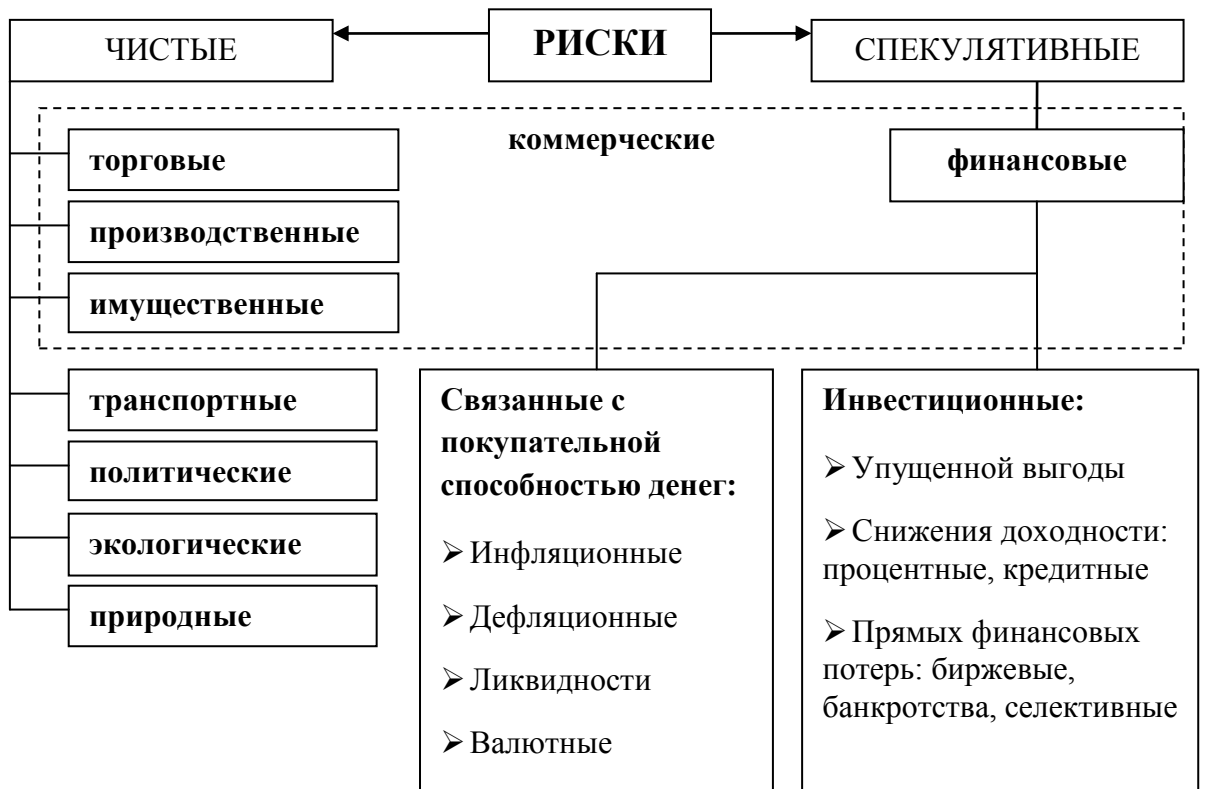


Рис. 1.2.1. Общая классификация рисков

Данная классификация дает общее представление о существующих рисках и принципах их объединения в общие группы, но не раскрывает сущность каждого из них. В современной научной литературе значительное внимание уделяется классификации финансовых, экологических, социальных, природных, предпринимательских рисков, а изучению и построению классификации производственных рисков не уделено должного значения, хотя именно производство является основополагающим в деятельности любого предприятия. Именно поэтому в данной диссертационной работе особое внимание уделено именно производственному звену и были проанализированы различные классификации рисков производственно-хозяйственной деятельности предприятий. На основе изученного материала и экспертного опроса ведущих специалистов предприятий строительной отрасли, автором разработана классификация рисков производственного предприятия, представлена на рисунке 1.2.2 и в таблице 1.2.1.



Рис. 1.2.2. Классификация производственных рисков

Таким образом, данная классификация позволяет наиболее объективно подойти к проблемам выявления и изучения рискообразующих факторов.

Важная роль в управлении рисками является четкое определение признаков, по которым можно произвести классификацию рисков. Это помогает не только в точном понимании источников возникновения проблем на производстве, но и дает качественную оценку риска.

Для этого предполагается разработка классификации рисков, в которой одним из признаков их деления является степень комплексности видов производственной деятельности, которую определяет взаимоувязку рисков, как величину единства системности. Системность заключается в рассмотрении всех возможных рисков производственной деятельности организации, как полной риск-системы, работа которой, как единого организма, осуществляется за счет взаимосвязи и взаимодействия в процессе ведения всех видов производственной деятельности.

Данный подход к классификации производственных рисков позволяет своевременно выявлять, оценивать и сводить их к минимуму, что в свою очередь способствует повышению эффективности работы предприятия в целом.

Таблица 1.2.1

Предлагаемая классификация производственных рисков

Сложные риски	Простые риски
<p>Основной производственной деятельности:</p> <p>Технологические</p> <p>Риск поломок</p> <p>Аварийные</p>	<p>Вспомогательной производственной деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Риски перебоев электроснабжения • Риски удлинения сроков ремонта • Аварийные риски вспомогательных систем <p>Обеспечивающей производственную деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Риски сбоя обеспечивающих служб • Риски сбоя информационных систем • Риски в сфере обращения

Сложные риски	Простые риски
<p>Риски не востребо­ванности произведенной продукции</p>	<p>Внешние риски:</p> <ul style="list-style-type: none"> • увеличение темпов роста инфляции • снижение популяризации товара вследствие изменения демографической ситуации <p>Внутренние риски:</p> <ul style="list-style-type: none"> • затоваривание готовой продукции • плохая работа снабженческо-заготовительной службы • слабая организации производственным процессом • нарушение технологии производства • неквалифицированные кадры • неэффективная маркетинговая политика
<p>Риски неисполнения хозяйственных договоров (контрактов)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • нарушение партнерами договорных обязательств • заключения договорных отношений с неплатежеспособными клиентами и фирмами «однодневками» • срыв сделки после предварительно проведенных переговоров • заключение договорных обязательств с наименее выгодными условиями, в связи с отсутствием альтернативного партнера • риск нанесения ущерба третьим лицам • риск невыполнения обязательств перед поставщиками (следствие образование кредиторской задолженности)
<p>Риски усиления конкуренции и изменения</p>	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствие товаров-новинок • отсутствия стратегического маркетинга • нарушение коммерческой тайны

Сложные риски	Простые риски
конъюнктуры	<ul style="list-style-type: none"> • недобросовестная конкуренция • появления товаров-заменителей и аналогов
Риски возникновения непредвиденных затрат и снижения доходов	<ul style="list-style-type: none"> • изменение у поставщиков ценовой политики • недостаточное изучение рынка • ограниченный круг фирм-поставщиков • увеличение оплаты за дополнительные услуги • упущенная выгода в результате вынужденных простоев в производстве
Транспортные риски	<ul style="list-style-type: none"> • перебои доставки грузов (сырья, материалов, готовой продукции) • транспортно-экспедиционные услуги • ДТП • увеличения тарифов ГСМ
Риски потери имущества	<ul style="list-style-type: none"> • поломка оборудования • потеря имущества в результате аварий • ненадлежащая охрана имущества • форс-мажорные обстоятельства

В ходе диссертационного исследования была разработана классификация производственных рисков, которые чаще всего встречаются на производственных предприятиях. Данная классификация выделяет наиболее важные группы производственных рисков, выявляет основные причины их возникновения, рассматривает факторы, влияющие на производство и предлагает ряд мероприятий по предупреждению и ликвидации рискованных ситуаций. Это в свою очередь позволяет предприятию своевременно оценивать и сводить к минимуму существующие риски, что в свою очередь повышает эффективность работы предприятия в целом (табл. 1.2.2).

Таблица 1.2.2

Классификация производственных рисков

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РИСКИ					
Невостребованности продукции	Неисполнения хоздоговоров	Технологические	Усиления конкуренции	Транспортный	Потеря имущества
<i>причины появления</i>					
<ul style="list-style-type: none"> • Товары-аналоги; • Падение спроса; • Недостаточный маркетинг. 	<ul style="list-style-type: none"> • Форс-мажор у поставщиков; • Неподходящая технология производства; • Смена потребителя; • Изменение условий договора поставщиком. 	<ul style="list-style-type: none"> • Нарушение технологии; • Отсутствие специалистов; • Несоответствие помещения. 	<ul style="list-style-type: none"> • Нарушение запрета о недобросовестной конкуренции на законодательном уровне (Конституция РФ п.2 ст. 34 ; ст. 178 УК РФ). 	<ul style="list-style-type: none"> • Форс-мажорные; • Поломка; • Изменения законодательства; • Несоблюдение правил транспортировки; • Человеческий фактор. 	<ul style="list-style-type: none"> • Потеря имущества; • Авария; • Несоблюдение правил техники безопасности; • Порча имущества при транспортировке.
<i>факторы риска:</i>					
<ul style="list-style-type: none"> • НИОКР; • Рецессия; • Замена на более дешевое оборудование; • Коррупция; • Активная рекламная политика конкурентов; • Популяризация отрасли, что усиливает конкуренцию. 	<ul style="list-style-type: none"> • Нестабильность экономической обстановки, усиление темпов инфляции; • Резкий рост цен на сырье и материалы; • Невыполнение договорных условий; • Разный уровень доходов населения; • Нехватка средств у предприятия для возмещения роста цен поставщиком. 	<ul style="list-style-type: none"> • Специфика технологии производства; • Халатное отношение поставщика к продаваемому оборудованию; • Отсутствие гарантийного обслуживания продавцом по приобретенному у него оборудованию. 	<ul style="list-style-type: none"> • Обман потребителей в отношении свойств товара; • Незаконное использование результатов интеллектуальной деятельности; • Разглашение коммерческой тайны; • Некорректное сравнение с товарами-аналогами. 	<ul style="list-style-type: none"> • Не соответствие транспортного средства требованиям для перевозки груза; • Увеличение цен на горюче-смазочные материалы и как следствие увеличение всей стоимости продукции. 	<ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная организация и планирование на предприятии; • Слабое регулирование деятельности предприятия; • Неверная политика снабжения; • Неправильный подбор и расстановка кадров.

Риск незаключения договора поставки сырья и материалов.

Причины: расторжение договоров с основными поставщиками; недопустимые условия договора для организации, в том числе и ценовая политика; переход основных поставщиков на иной вид продукции; отсутствие возможности закупки необходимых материалов европейского производства из-за введенных санкций, таможенного законодательства, отсутствия валюты и т. д.

Факторы риска: чрезмерное увеличение поступающих материальных потоков на узкий круг поставщиков; узкая ассортиментная политика поставок и рынков сбыта; сложность социально-экономической обстановки; стратегическая позиция фирм-поставщиков «получение максимальной прибыли всеми средствами».

Рекомендуемые методы компенсации: увеличение ассортимента выпускаемой продукции посредством расширения числа готовых к использованию технологий и видов продукции; разнообразие поставок; регулярный мониторинг информации о потенциальных поставщиках, потенциальных рынках сбыта и новых технологиях; налаживание взаимодействия с поставщиками; покупка ценных бумаг, например, акций поставщиков; обеспечение синергетического эффекта всех структурных подразделений; проработка финансово-кредитных линий; Формирование запасов сырья и материалов.

Риск невостребованности продукции – это вероятность потери предприятием потребителя по причине отказа от его продукции. Данный риск носит характер финансового и репутационного ущерба по причине снижения спроса на готовую продукцию предприятия. Подобный риск является смешанным, поскольку на него влияет как само предприятие (например, по причине низкого качества), так и внешняя среда (например, экономическая обстановка, научно-технические разработки, демографическая ситуация и т.д.)

Причины: появление на рынке товаров-аналогов, имеющих усовершенствованную технологию и более современный вид; падение спроса в связи с изменением финансового состояния фирмы или снижением уровня доходов потребителей; плохой мониторинг данного рыночного сегмента.

Факторы риска: научно-технический прогресс; спад производства и замедление темпа экономического роста (рецессия); замена современного, высокотехнологичного производства более простым и, следовательно, более дешевым; коррупционная составляющая бизнеса; активная рекламная политика конкурентов; популяризация и рентабельность производства данной отрасли, что способствует увеличению числа фирм-конкурентов.

Рекомендуемые методы компенсации: расширение линий производства и линий сбыта; сбор и тщательный анализ информации о потенциальных потребителях, налаживание с ними личных контактов; проработка долгосрочной стратегии развития предприятия, четко поставленные миссия, цели и задачи организацией; изучение и применение адаптивных технологий производства, которые позволяют быстро подстраиваться под условия рынка; совершенствование рекламной политики предприятия, дающая привлекательную информацию и позволяющая завоевывать новые рынки сбыта.

Риск неисполнения хозяйственных договоров (или коммерческий риск) к таким рискам можно отнести: риск срыва договоров поставки; риск невозвращения предоплаты поставщиками; риск несвоевременного получения оплаты за реализованную продукцию.

Риск срыва договоров поставки.

Причины: форс-мажорные обстоятельства у поставщиков; неподходящая для предприятия технология производства; разрыв договора поставщиком и смена потребителя; изменение условий договора поставщиком (сроков, цен, объемов, требований к качеству поставляемой продукции).

Факторы риска: нестабильность социально-экономической обстановки, усиление темпов инфляции; резкий рост цен на сырье и материалы; невыполнение договорных условий; разный уровень доходов населения; нехватка финансовых средств у предприятия для возмещения роста цен поставщиком.

Рекомендуемые методы компенсации: расширение числа поставщиков; увеличение рынков сбыта; формирование финансово-экономических резервов и создание кредитных линий на случай непредвиденных затрат; сбор, анализ и прогнозирование динамики цен; привлечение к участию в деятельности фирмы постоянных поставщиков с помощью заключения взаимовыгодных контрактов; формирование резервных запасов сырья и материалов; постоянный мониторинг рынка альтернативных поставщиков, налаживание с ними личных контактов.

Риск невозвращения предоплаты поставщиками.

Причины: аналогичны предыдущему риску, а также присвоению поставщиком полученной в качестве предоплаты сумм, по причине освоения данных средств до разрыва договора.

Факторы риска: напряженная ситуация во взаиморасчетах между предприятиями; не соблюдение и не выполнение договорных условий, нарушение нормативно-законодательной базы; отсутствие культуры управления; чрезмерное стремление организаций к полному отсутствию рисков, что и вызывает требования по предоплате; отсутствие комплексного подхода к системе финансово-хозяйственных операций.

Рекомендуемые методы компенсации: сближение и налаживание контактов фирм-партнеров; построение неформальных взаимоотношений между руководителями фирм; совместная покупка акций и других ценных бумаг друг у друга с целью участия в эффективном и взаимовыгодном торгово-экономическом сотрудничестве; вовлечение финансово-кредитных, страховых организаций в качестве поручителя сделок; создание системы перестрахования на местном региональном уровне;

Риск несвоевременного получения оплаты за реализованную продукцию.

Причины: использование потребителем предназначенной для оплаты суммы на другие цели; отсутствие средств на оплату у потребителя.

Факторы риска: неэффективность взаиморасчетов по платежам; увеличение цен на продукцию частными предприятиями; слабая правовая культура руководителей.

Рекомендуемые методы компенсации: предоплата за полученный товар или услугу; объединение и взаимное участие предприятий в финансовых операциях; выявление и доведение до общественности информации о фирмах регулярно нарушающих условия сделки; формирование системы страхования сделок у третьи лиц.

Риск усиления конкуренции (или монополизации) рынка.

Руководителям производственных фирм необходимо помнить о запрете недобросовестной конкуренции на законодательном уровне (Конституция РФ п.2 ст. 34 ; ст. 178 УК РФ).

Факторы риска: распространение ложных, искаженных сведений; обман покупателей в отношении потребительских свойств товара; незаконное использование результатов интеллектуальной деятельности; разглашение информации носящей коммерческую тайну; некорректное сравнение с товарами-аналогами.

Рекомендуемые методы компенсации: суд; общественная огласка недобросовестных фирм. Общие принципы организации и проведение на промышленном предприятии *мероприятий по снижению риска* и ограничению размеров ущерба при чрезвычайных ситуациях сводятся к следующему: реализация предупредительно-профилактических мероприятий, направленных на снижение рисков и повышение безопасности производства; осуществление мероприятий по сдерживанию масштабов возможных последствий аварий и других неблагоприятных событий; создание материальных и финансовых резервных фондов, для устранения

чрезвычайных ситуаций; страхование ответственности за причинение вреда третьим лицам и окружающей среде.

Основное внимание государственными органами по управлению рисками уделяется на разработку и реализацию мероприятий направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций, которые в свою очередь позволяют снизить уровень ущерба.

Меры по снижению риска должны включать: следование жестким требованиям правил безопасности при разработке проектной документации и строительстве объекта; использование безопасных технологий и материалов при построении и дальнейшей эксплуатации производственного объекта; разработка эффективных систем контроля за технологическими процессами на объекте; соблюдение правил эксплуатации; обучение и специальная подготовка сотрудников производственного объекта и др.

К мероприятиям по ограничению размеров ущерба относятся: установление систем оповещения о чрезвычайных ситуациях; установление необходимых технических устройств препятствующих возникновению чрезвычайных ситуаций (системы пожаротушения, аварийной вентиляции, заградительных устройств и т. д.); регулярные проведения мероприятий по ознакомлению и соблюдению правил техники безопасности; проведение плановых тренировочных мероприятий по эвакуации людей; организация срочной медицинской помощи.

Технологические риски – риски нарушения производственного процесса и как следствие недополучение прибыли в связи с невыполнением планового объема выпуска продукции.

Причины: несоответствие производственного помещения технологической конструкции оборудования; несоблюдение технологической рецептуры закладки сырья и материалов; отсутствие специалистов по ремонту и эксплуатации оборудования.

Факторы риска: специфика используемой технологии производства; халатное отношение поставщика к продаваемому оборудованию; отсутствие

гарантийного и сервисного обслуживания продавцом по приобретенному у него оборудованию.

Рекомендуемые методы компенсации: изучение и сверка всей строительно-проектной документации; тщательный отбор поставщиков сырья и проверка его на соответствие технологическим требованиям; регулярное обучение и подготовка специалистов по сервисному обслуживанию.

Транспортный (логистический) риск – риск, отражающий потенциальную возможность потери или снижения качества товара в процессе его транспортировки от продавца к покупателю.

Общая классификация рисков предлагает два вида рисков: транспортные и специфические риски. Транспортные риски в свою очередь подразделяются на каско и карго. Риски каско подразумевают под собой страхование речных, морских, воздушных судов, а также железнодорожного подвижного состава и автомобильного во время движения, стоянки, простоя или ремонта. Риски карго представляют собой страхование грузов, перевозимых на этом транспорте. Под специфическими рисками понимают риски перевозок особо ценных грузов. Перевоз и содержание специальных грузов отмечаются в особых условиях договора страхования и может быть включено в объем ответственности страховщика.

Причины: форс-мажорные обстоятельства, например, невозможность транспортного сообщения; поломка транспортного средства; изменения законодательства в таможенном регулировании; несоблюдение правил транспортировки; человеческий фактор, например, нарушение норм труда.

Факторы риска: несоответствие транспортного средства требованиям для перевозки груза; увеличение цен на горюче-смазочные материалы и как следствие увеличение всей стоимости продукции.

Рекомендуемые методы компенсации: разработка системы страхования транспортных рисков; сотрудничество с фирмами специализирующимися на грузовых перевозках; создание резервных фондов

сырья и материалов; поиск и налаживание контактов с поставщиками предлагающие аналогичные товары и услуги.

Риск потери имущества на предприятии может произойти вследствие техногенного характера, халатности или нарушения требований к производственно-технологической безопасности. Например, взрыв автоклав на производстве может произойти из-за несоблюдения уровня давления в котле.

Причины: потеря имущества по причине стихийных бедствий (пожаров, наводнений, землетрясений, ураганов и т.д.); авария на производстве; несоблюдение правил техники безопасности; потеря имущества из-за действий злоумышленников (кражи, диверсии); порча имущества при транспортировке

Факторы риска: недостаточная организация, планирование и проектирование в работе предприятия; плохая координация работ; слабое регулирование деятельности предприятия; неверная политика снабжения; неправильный подбор и расстановка кадров.

Рекомендуемые методы компенсации: страхование имущества; возложение на материально-ответственное лицо персональной ответственности за сохранность имущества; обеспечение предприятия охранной системой; осуществление разработки и внедрение организационных, производственно-технических, экономических и других мероприятий по предупреждению рисков или их минимизации; сотрудники должны иметь нужную квалификацию и соответствовать предъявленным требованиям в зависимости от специфики выполняемой работы.

Рассмотренное деление производственных рисков в некоторой степени условно, так как провести жесткую границу между отдельными видами риска довольно сложно. Многие риски между собой взаимосвязаны. Изменение в одном из них вызывает изменения в другом. Но все они, в конечном счете, влияют на результаты деятельности производственного предприятия и требуют учета и оценки для его успешной деятельности.

1.3. Механизмы управления риском

Процесс управления производственным риском – сложный, многоуровневый процесс, требующий комплексного подхода и умения качественно и количественно его измерять. Согласно теории активных систем структура, в которой действует механизм управления риском, является двухуровневой. Верхний уровень – орган управления (Центр - руководство предприятия) и нижний уровень – объекты, структурные подразделения (Агенты), деятельность которых несет непосредственную угрозу работе предприятию.

Степень безопасности производства зачастую зависит от соблюдения правил техники безопасности, наличия средств, которые позволяют осуществлять и соблюдать данные требования, от следования технологии производства и условий эксплуатации основных производственных средств. Оценка степени безопасности производства регламентируется существующими на предприятии методическими предписаниями, правилами и комиссией экспертов, которые осуществляют инспекторскую проверку, позволяющую осуществлять контроль за соблюдением производственно-технологических требований. Такого рода мероприятия предоставляют возможность сформировать экспертную оценку наступления рискованного события на производстве.

Для того чтобы точнее оценить уровень риска необходимо определить вероятность наступления угроз как на самом производстве, так и по отдельным ее элементам, а также оценить возможный уровень ущерба.

Оценка риска и возможный размер ущерба будет тем достовернее, чем проще объект исследования и надежнее полученные исходные данные о причинах его возможной опасности.

К основным механизмам управления риском, подробно описанные которых дано в монографии «Модели управления конфликтами и рисками» авторским коллективом Баркаловым С.А., Новиковым Д.А., Новосельцевым

В.И., Половинкиной А.И., Шипиловым В.Н. [11], относят механизмы, структура которых представлена на рисунке 1.3.1:

- *Механизмы экономической ответственности* – данные механизмы строятся на соблюдении стандартов и норм, отклонение от которых ведет к штрафам вплоть до прекращения производственного процесса. Данные нормы применяются в первую очередь к технологическим и организационным мероприятиям для обеспечения уровня безопасности производства. К группе данных механизмов относят:
 - Механизм экспертизы – оценка результата определяется экспертной комиссией;
 - Механизм возмещения ущерба – величина ответственности напрямую зависит от величины ущерба при возникновении рискованной ситуации;
 - Механизм платы за риск – центром устанавливается плата в случае возникновения рискованной ситуации;
 - Механизм аудита – центром выбирается вероятность проведения проверки (аудита) и назначается коэффициент штрафа таким образом, что подразделению (агенту) будет выгодно сообщать истинную информацию.
- *Механизмы стимулирования снижения уровня риска* – Центр принимает решение, как вознаграждать агента, тем самым задавая зависимость, что и определяет функцию стимулирования.
 - Механизм финансирования снижения уровня риска – основа механизма заключается в распределении денежных средств между структурными подразделениями организации;
 - Механизм компенсации затрат – предполагает компенсацию всех или части потраченных средств из централизованного фонда, при этом Центр заранее оговаривает какую часть средств он компенсирует;

- Механизм снижения ожидаемого ущерба – выбирается распределение Парето в качестве вероятностного распределения, описывающего размер ущерба. Параметры этого распределения определяются действиями выбираемыми предприятием, например, объемом производства.
- Механизм экономической мотивации – Центр устанавливает нормативы, например, прибыли, и благодаря этому управляет структурным подразделением (Агентом);
- Механизм согласования интересов – применяется в ситуации, когда один Агент подчинен одновременно нескольким Центрам одного уровня иерархии, но функции которых могут расходиться. Данный механизм разделяют на два режима: сотрудничества и конкуренции.
- *Механизмы перераспределения рисков* – механизмы направленные на страхование, т.е. на передачу части рисков и принятия страховщиком обязательств по выплате денежной компенсации. К таким механизмам относят:
 - Механизм страхования – рассматривается роль страхования как побудителя к действию, приводящих к снижению вероятности наступления страхового случая;
 - Механизм экономической мотивации – побуждают Агентов (структурные подразделения) предпринимать те действия, которые будут выгодны управляющему органу (Центру).
 - Механизм оптимизации программ снижения уровня риска – задача данного механизма заключается в комплексной оценке сложных систем, т.е. переход от детального к общему.
- *Механизмы резервирования* – данные механизмы применяются на случай чрезвычайных ситуаций и уменьшения потерь, к ним относят:
 - Механизм образования резервов трудовых ресурсов;
 - Механизмы образования материальных ресурсов;

- Механизм быстрой организации производства.

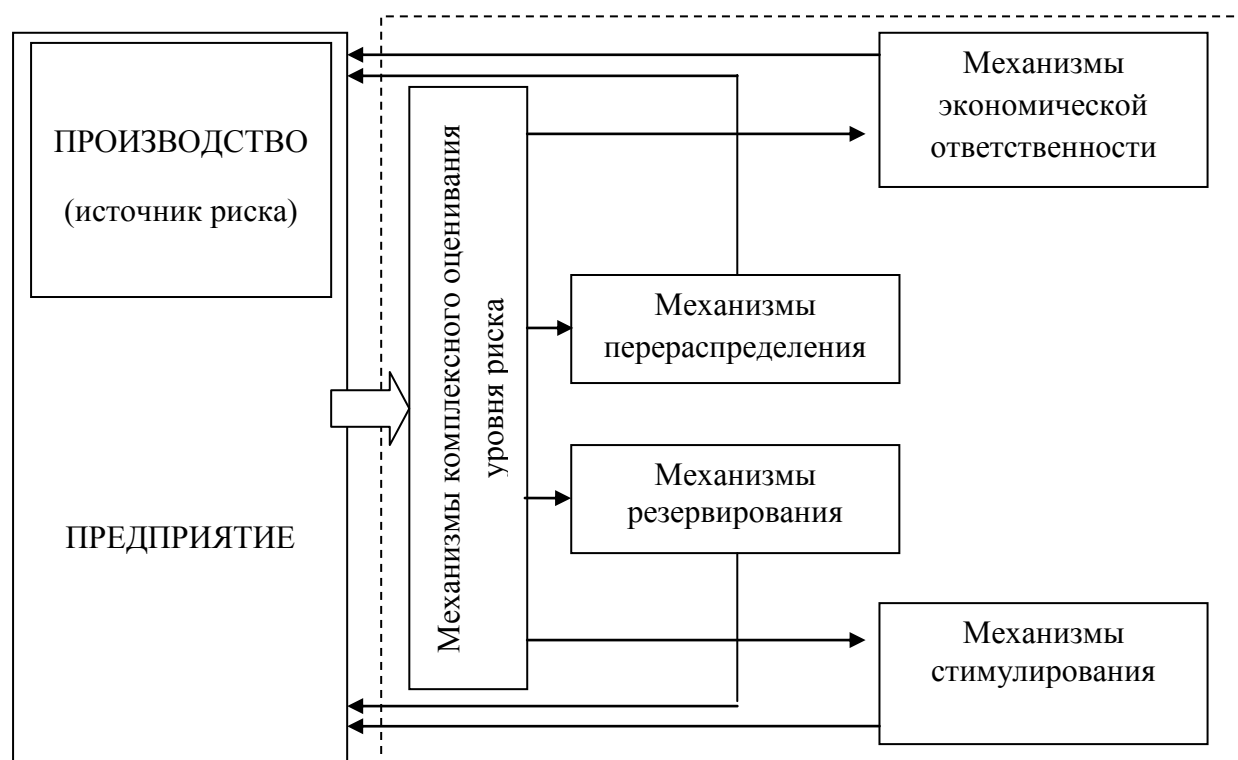


Рис.1.3.1. Структура системы организационных механизмов управления
риском

Как видно из рисунка все представленные механизмы сводятся в единый комплексный механизм оценки уровня риска. Но необходимо отметить, что огромный вклад в разработку данного механизма внесли Леонид Гурвиц, Эрик Маскин и Роджер Майерсон, которым 15 октября 2007 г. Шведская Королевская академия наук объявила о присуждении Нобелевской премии по экономике, за то, что сделали попытку решить вопрос оптимального распределения ресурсов в условиях неполной информированности участников рынка друг о друге.

Приведенные выше механизмы управления риском используются практически во всех сферах человеческой деятельности и находят свое применение в управлении финансовыми, социальными, природными, экологическими и многими другими видами рисков, а также в стратегическом управлении региональным развитием, что подтверждает

простоту и эффективность этих механизмов. Но наряду с этим предложенные механизмы не находили своего применения в производственной сфере, хотя именно производство является ключевым структурным подразделением в котором сосредоточена главнейшая деятельность предприятия.

Среди последних методов формирования механизма оценки рисков современных производственных систем, в основном используется принцип системно-процессного подхода, который позволяет максимально быстро адаптироваться к новым задачам и целям организации. Во всем мире принято различать два основных способа оценки риска: качественной и количественный способы.

Качественный анализ риска предшествует количественному. Он предполагает определение факторов риска, идентификацию потенциальных областей возникновения риска, выявление направлений деятельности и этапов, на которых может реализоваться риск и четкую классификацию рисков. На протяжении качественного анализа также устанавливается возможность количественной оценки рисков, реализация которых может оказать влияние на деятельность предприятия. Качественная оценка риска является неотъемлемым этапом в процессе разработки, управления и реализации решений, не дает полной информации об уровне риска. Окончательные выводы можно получить только в результате проведения количественной оценки.

Количественно величина риска описывается с помощью математического аппарата теории вероятности и статистики. Методика количественной оценки рисков современных производственных систем связан с целями и задачами ее проведения.

Также наряду с оценкой производственного риска необходимо знать нормативные и законодательные документы которые предназначены для предотвращения аварий и катастроф на производственных предприятия Российской Федерации :

- Федеральный закон от 21 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

- Федеральный закон от 21 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;
- Федеральный закон от 23 декабря 2013г. № 426-ФЗ « О специальной оценки условий труда»;
- Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
- Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (действующая редакция от 23.06.2014) «О техническом регулировании»;
- Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (действующая редакция от 02.04.2014) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»;
- Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска»;
- Постановление Правительства РФ от 10 марта 1999г. №263 «Об организации и осуществлении производственно контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте» (с изменениями от 1 февраля 2005г.);
- ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию».

Таким образом, в современной практике и научной литературе приводятся множество подходов к оценке уровня риска. Для осуществления

этой оценки в основном применяются количественные, математические методы принятия решений, что является сложной комплексной задачей .

1.4. Механизмы снижения уровня риска с помощью механизма комплексного оценивания

Управление уровнем риска подразумевает под собой знания и умения по осуществлению оценки местных, свойственных только данному предприятию (локальных) рисков, умение переходить от набора локальных оценок рисков (ущербов) к интегральной (комплексной) оценке риска (ущерба). Поскольку любое предприятие является многоэлементной, многоуровневой системой, которая характеризуется множеством факторов и находится в сложных условиях с ограниченными возможностями, а также отсутствием полной и достоверной информации, предлагается применение механизма комплексного оценивания, который позволяет обобщать информацию о результатах деятельности, т.е. производить свертку показателей.

Для этого предлагается рассмотреть общее описание задач комплексного оценивания, затем рассматривается методика интегральной оценки уровня риска и ущерба. Это дает нам возможность решить задачи социально-экономических объектов с целью построения оптимальной программы (комплекса мероприятий) снижения уровня риска.

Задачи комплексного оценивания, заключаются в том, чтобы осуществить переход от частных элементов системы к общему их описанию в сфере человеческой деятельности. Примером таких оценок может являться:

- оценка и выбор наилучшего организационно-структурного подразделения;
- оценка потенциала развития новых проектов как в научной сфере, так и в производственно-технологической;
- оценка и выбор наиболее финансово-экономически привлекательных проектов;

- оценка реализации поставленных целей и задач программ развития региона.

Одним из крупнейших институтов в Российской Федерации, занимающийся проблемой комплексного оценивания, теорией систем и общей теорией управления, научными основами интегрированных систем управления и автоматизацией технологических процессов управления производством является институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Именно он первым предложил методологию обобщения подходов в системе комплексного оценивания, которая в свою очередь помогает в решении задач формирования интегральной оценки риска при помощи процедуры экспертного оценивания. Этапы данного механизма представлены на рисунке 1.4.1.

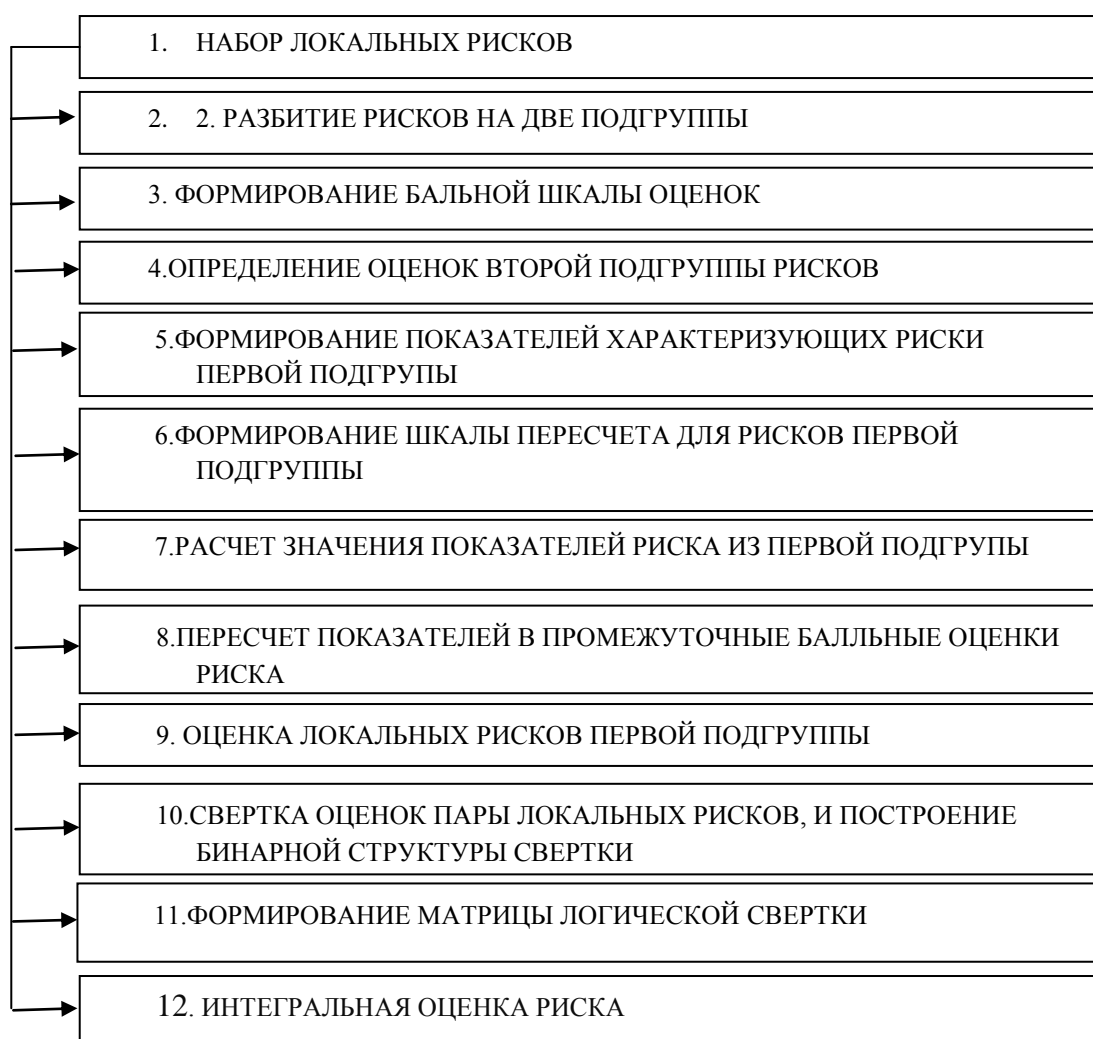


Рис. 1.4.1. Этапы построения комплексной оценки

Они подробно рассматривают все стадии комплексной оценки с набором характерных рисков, с формированием бальных оценок и перерасчетом их показателей в промежуточные данные, и дальнейшим формированием матричной свертки.

Для разработки механизмов комплексного оценивания необходимо для начала решить две задачи:

1. Объединение процесса обобщенной информации. Информация при этом должна отображать взаимодействия участников и помогать руководителю в принятии решений. Данная задача непосредственно связана с темой многокритериальной оптимизации.
2. Особенность поведения подчинённых (структурных подразделений), т.е. поскольку комплексная оценка производится на основе сообщаемой информации, то возникает необходимость решения проблемы ее манипулируемости. Также, поскольку критериями оценки механизма являются оценки результатов деятельности подчиненных, которые оценивают эксперты, возникает трудность манипулируемости механизмов экспертизы.

Предлагается рассмотреть подробное описание методологии, которое изложено в биографии «Модели управления конфликтами и рисками» авторским коллективом Баркаловым С.А., Новиковым Д.А., Новосельцевым В.И., Половинкиной А.И., Шипиловым В.Н. [10]:

I этап – для оценки ожидаемого развития событий устанавливается n локальных рисков (критериев оценивания), которые показывают варианты развития событий с разных сторон.

II этап – все локальные риски разбиваются на две подгруппы. Это происходит только тогда, когда эти факторы могут быть измеримы и рассчитаны, таким примером может являться финансовый риск. При этом данная оценка осуществляется с помощью экспертов. Далее будем иметь ввиду, что все рассматриваемые риски, упорядочены так, что по первым n' из

них, расчет показателей может производиться точно. Ко второй группе относятся те локальные риски, рассчитать которые не представляется возможным.

III этап – разрабатывается единая балльная шкала оценок, при помощи которой эксперты дают оценку локальным рискам относящимся ко второй подгруппе. Допустим, данная шкала является m -балльной, где $m = 1, 2, 3, 4, \dots$, то, минимальная оценка локального риска, которую может присвоить эксперт – 1, а максимальная, соответственно – m баллов.

IV этап – осуществляется оценивание локальных рисков, которые отнеслись ко второй подгруппе. Примем, что i -й локальный риск оценивают n_i экспертов $i = n' + 1, n' + 2, \dots, n$, то результаты оценивания уровня риска можно достичь при помощи стандартных процедур свертки экспертных оценок. Допустим, если s_{ij} – экспертная оценка по i -му локальному риску, полученная от j -го эксперта, то оценка O_i по этому локальному риску может быть получена на основе следующей процедуры: $O_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} s_{ij}$.

V этап – определяются виды и количество $Q_i, i = \overline{1, n'}$ данных, с помощью которых характеризуют локальные риски, входящие в первую подгруппу.

VI этап – создаются шкалы распределения значений получившихся данных в локальные балльные оценки. Для первых n' локальных рисков, оценки которых определяются показателями имеющие справедливый характер, разрабатываются $\sum_{i=1}^{n'} Q_i$ отдельных шкал. Построение шкал происходит следующим образом: имеется показатель j , при этом $j = 1, \dots, Q_i$ -го локального риска, $i = \overline{1, n'}$ экспертным путем или с помощью расчетов находится наилучшее Π_{ij}^a и наихудшее Π_{ij}^x значения показателя. Затем они накладываются на числовой оси. Тем самым, данный отрезок принимает на себя все вероятные значения данного показателя. Далее отрезок разделяется на m отрезков, при этом следует отметить, что пределы

данных отрезков учитываются с помощью экспертов. Зачастую применяется механизм разбиения равными отрезками.

Так, если $\Pi_{ij}^a > \Pi_{ij}^x$, то полученная шкала выглядит следующим образом (рис. 1.4.2.)

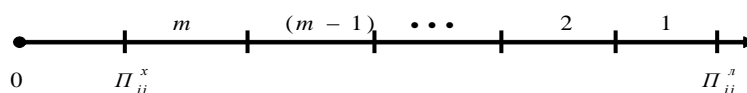


Рис. 1.4.2. Шкала пересчета значений показателей в локальные балльные оценки для случая $\Pi_{ij}^a > \Pi_{ij}^x$

Если же $\Pi_{ij}^a < \Pi_{ij}^x$, то шкала имеет вид, представленный на рис. 1.4.3.

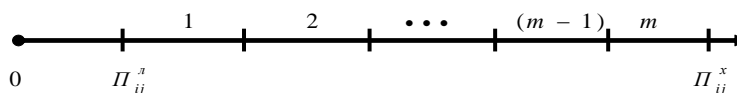


Рис. 1.4.3. Шкала пересчета значений показателей в локальные балльные оценки для случая $\Pi_{ij}^a < \Pi_{ij}^x$

VII этап – происходит определение или исчисление данных b_{ij} локальных рисков, которые входят в первую подгруппу .

VIII этап – полученные показатели на предыдущем этапе переводятся в предварительные балльные оценки. С этой целью на данной шкале определяется величина того или иного показателя, формируется соответствующее промежуточное значение балльной оценки.

IX этап – оценивается степень риска из первой подгруппы: $O_i = \frac{1}{Q_i} \sum_{j=1}^{Q_i} b_{ij}$.

X этап – формируются два показателя, в соответствии с которыми будет происходить процедура свертки в обобщённую оценку. Происходит создание бинарной свёртки, которая отображает поэтапное построение обобщенных показателей, а затем и комплексной оценки объекта, при этом данные показатели определяются с помощью экспертов. [9, 25] Построение бинарной структуры формируется из двух локальных рисков, такая

конструкция единственная, и существует лишь единственный вариант свертки оценок. Следовательно, если при построении единой комплексной оценки уровня риска предлагаются только два значения, то привлечение экспертов, для создания простейшей бинарной структуры, не требуется. Пример такой структуры представлен на рис. 1.4.4.

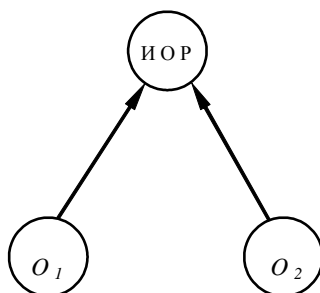


Рис. 1.4.4. Простейшая бинарная структура

Если при создании бинарной структуры предлагается три показателя риска, то построение осуществляется также, только одним, подобным образом. Подобный пример изображен на рис. 1.4.5.

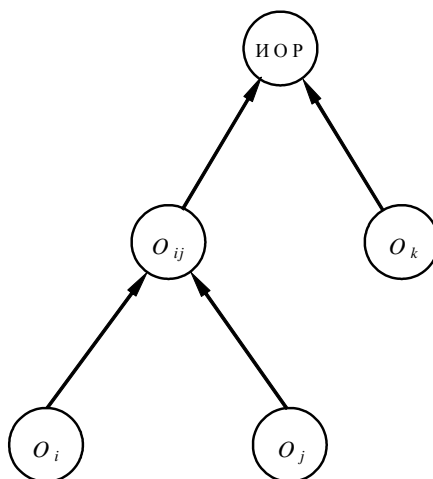


Рис.1.4.5. Бинарная структура для трех локальных рисков

При этом необходимо отметить, что для такой структуры вероятно построение трех вариантов свертки. Подобные варианты обобщенных данных (O_{ij}) и интегральной (ИОР) оценок по трем локальным рискам представлены в табл.1.4.1.

Возможные варианты обобщенной и интегральной оценок для трех локальных рисков

№ варианта	i	j	k
1	1	2	3
2	1	3	2
3	2	3	1

Если же предлагается оценить риски по четырем показателям, то это дает возможность формирования уже двух бинарных структур свертки. Построение первой структуры предполагает построения паральной свёртке показателей, для этого в первую очередь происходит построение, основанное на двух обобщенных оценок, а далее на основе этих оценок происходит обобщение в интегральную оценок. Подобное построение бинарной параллельной структуры для четырех локальных рисков изображена на рис. 1.4.6.

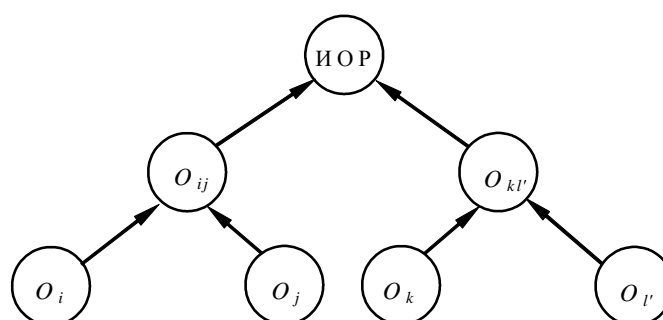


Рис.1.4.6. Параллельная бинарная структура для четырех локальных рисков

Так, на первой ступени располагаются локальные оценки, на второй – обобщенные оценки, а на третьей ступени происходит построение комплексной оценки исследуемого объекта.

При построении параллельной бинарной структуры можно сформировать три варианта свертки локальных оценок, которые показаны в табл. 1.4.2.

Возможности свертки локальных оценок для параллельной бинарной структуры

№ варианта	i	j	k	l'
1	1	2	3	4
2	1	3	4	2
3	1	4	2	3

Получается, для нахождения интегральной оценки риска, при выборе параллельной бинарной свертки, экспертам нужно определить один вариант свертки из трёх возможных.

Другой способ создания двухкомпонентной (бинарной) структуры для четырех локальных рисков – поэтапное объединение оценок риска. Сначала на первом этапе определяется две оценки риска, далее на следующем втором этапе находится единая оценка риска, которая получилась из обобщенных оценок первого уровня и присоединенной к ней одной оценки локального риска. На третьем этапе определяем комплексную оценку путем сворачивания обобщенной оценки второго уровня и третьей оценки локального риска. Завершающим этапом интегрального оценивания является объединение обобщенной оценки третьего этапа и четвертой оценки локального риска. Пример последовательного построения бинарной структуры для четырех локальных рисков изображена на рис. 1.4.7.

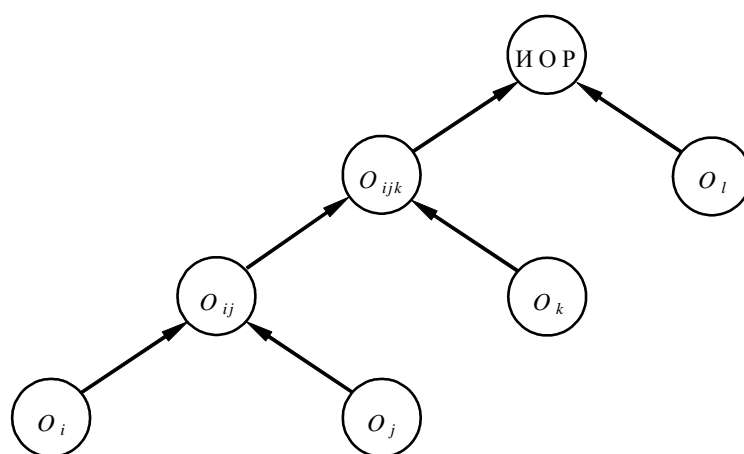


Рис.1.4.7. Поэтапная бинарная структура для четырех локальных рисков

Из рисунка можно сделать заключение, что выбирая последовательное построение бинарной структуры, происходит сокращение построения интегральной оценки, поскольку комплексная оценка уровня риска имеет четыре иерархических ступени.

Таким образом, при выборе параллельной системы построения бинарной структуры из четырех локальных рисков можно построить только три варианта интегральной оценки, а для поэтапного построения можно сформировать двенадцать вариантов свертки, которые представлены в таблице 1.4.3.

Таблица 1.4.3

Варианты свертки локальных оценок для поэтапной бинарной структуры

№ варианта	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>
1	1	2	3	4
2	1	2	4	3
3	1	3	2	4
4	1	3	4	2
5	1	4	2	3
6	1	4	3	2
7	2	3	1	4
8	2	3	4	1
9	2	4	1	3
10	2	4	3	1
11	3	4	1	2
12	3	4	2	1

При этом задача экспертов усложняется, поскольку требуется выбрать всего один вариант из двенадцати возможных. При этом для четырех локальных рисков, эксперты сначала выбирают бинарную структуру, далее определяют способ построения интегральной оценки.

Необходимо отметить, что если на первом этапе определено более четырех показателей, то для определения интегральной оценки, также

возможно применение смешанных структур. При этом очевидно, что при нечетном количестве локальных рисков возможно применение как последовательной, так и смешанной бинарной структуры, но абсолютно не применимо параллельное построение.

XI этап – построение матричной свертки.

Из построения бинарной структуры простейшим и поэтапным (параллельным) способами видно, для получения общей интегральной оценки высшего уровня, сначала необходимо последовательное сравнение двух показателей. Данные обобщенные оценки формируются посредством матриц свертки, строка в которой обозначает оценку одного локального риска, а столбец, соответственно, другого локального риска. Значение на пересечении строки и столбца обозначает обобщенную оценку. Формирование поэтапной бинарной структуры происходит потому же принципу: на нижнем иерархическом уровне обобщенная оценка сравнивается с оценкой локального риска, стоящий на том же уровне и с помощью матриц сверток получается оценка следующего иерархического уровня. Так происходит до тех пор, пока не сформируется одна общая интегральная оценка риска. При сворачивании оценок для каждой пары формируется своя матрица, так для m -балльной шкалы матрицы имеют размерность $m \times m$. Для $m = 2$ можно выделить три базовые матрицы свертки – см. рис. 1.4.8.

$$M_1 = \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 2 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \quad M_2 = \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 2 \\ \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \quad M_3 = \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 2 \\ \hline 1 & 2 \\ \hline \end{array}$$

Рис. 1.4.8. Матрицы логической свертки для двухбалльной шкалы

При формировании трехбалльной шкалы базовые матрицы свертки представлены на рис. 1.4.9.

$M_1 =$	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">3</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> </table>	3	3	3	2	2	3	1	2	3	$M_2 =$	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> </table>	2	3	3	2	2	3	1	2	2	$M_3 =$	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> </table>	1	2	3	1	2	2	1	1	1
3	3	3																														
2	2	3																														
1	2	3																														
2	3	3																														
2	2	3																														
1	2	2																														
1	2	3																														
1	2	2																														
1	1	1																														
$M_4 =$	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> </table>	2	2	3	1	2	2	1	1	2	$M_5 =$	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">3</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> </table>	3	3	3	2	2	2	1	1	1	$M_6 =$	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td><td style="padding: 2px 10px;">3</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">2</td></tr> </table>	2	3	3	2	2	2	1	1	2
2	2	3																														
1	2	2																														
1	1	2																														
3	3	3																														
2	2	2																														
1	1	1																														
2	3	3																														
2	2	2																														
1	1	2																														

Рис.1.4.9. Матрицы логической свертки для трехбалльной шкалы

Главным условием при построении матриц свертки, является непротиворечивость оценок кожного элемента матрицы.

Будем считать, что нумерация столбцов и строк матриц свертки ведется от нижнего левого угла, а A_{ij} - элементы матрицы свертки, тогда матрица будет непротиворечивой, если выполняются следующие условия:

1. $A_{ii} = i$;
2. $\min(i, j) \leq A_{ij} \leq \max(i, j)$;
3. $A_{ij} \leq A_{ij+1}$;
4. $A_{ij} \leq A_{i+1j}$.

ХII этап – экспертами определяются пары показателей, по которым оценки уровня риска будут сворачиваться в обобщенную оценку, то есть формируют бинарную структуру свертки [17, 40], которая наглядно показывает структуру поэтапного получения на первом этапе обобщенных оценок, а затем и комплексной оценки объекта.

Приведем пример, который изображен на рис. 1.4.10. Выделим четыре оценки отдельных рисков $O_1 = 1$, $O_2 = 2$, $O_3 = 2$, $O_4 = 1$, по трехбалльной шкале. Начинаем построение бинарной структуры, так для оценок O_1 и O_2 выбираем вариант сворачивания по примеру матрицы M_2 , оценки O_3 и O_4 – при помощи матрицы M_4 , а обобщение оценок строится на основе матрицы M_6 , при этом обобщенная оценка O_{12} имеет преимущество над обобщенной оценкой O_{34} .

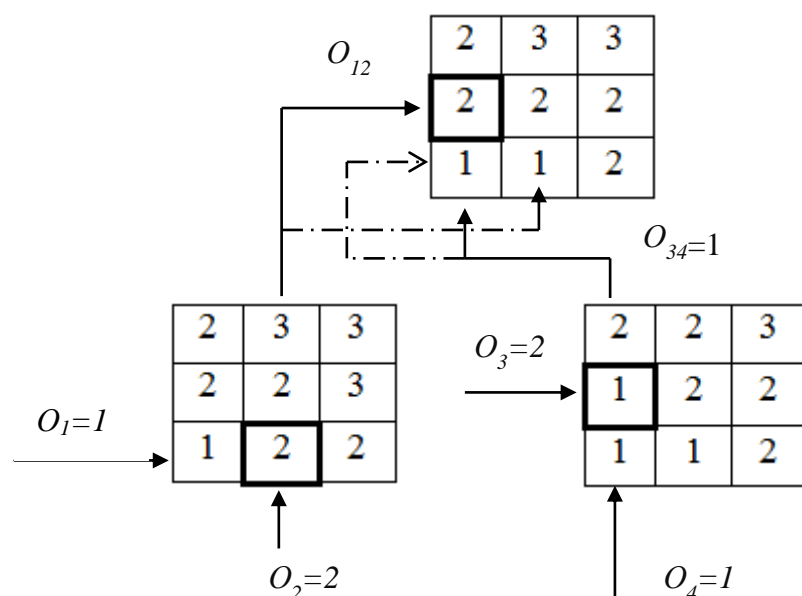


Рис.1.4.10. Расчет ИОР для четырех локальных рисков

Если же наоборот, оценка O_{34} имеет преимущество над обобщенной оценкой O_{12} , то интегральная оценка риска равна 1. При этом, для того, чтобы структура оставалась неизменной, нужно применить вместо матрицы M_6 переставленную (транспонированную) матрицу M_6^T . Иной метод построения комплексной оценки для этого примера показан пунктирной линией на рис. 1.4.10

По тому как происходит сворачивание обобщенных рисков в интегральную оценку, можно понять принцип управления лиц принимающих решение по приоритетности к рискам и отношению к ущербу. Оттого очень важным моментом при формировании интегральной оценки является утверждение матриц свертки, обычно этим занимается высший уровень управления.

Также необходимо учесть, что при экспертной оценки локальных рисков и построения интегральной оценки, количество этапов уменьшается ровно пополам, то есть довольно выполнить только шесть этапов, а именно: первый, третий, четвертый, десятый, одиннадцатый и двенадцатый.

Измерение уровня ущерба при построении интегральной оценки риска. Данный метод оценки риска, построенный на основе объединенных

локальных рисков, может применяться как для нахождения интегральной оценки риска, так и для математического ожидания интегральной оценки ущерба. При этом вместо показателей локальных рисков достаточно использовать показатели ущерба с вероятностью его возникновения. То есть, каждая величина ущерба характеризуется возможностью его возникновения.

Задача состоит в том, чтобы найти порядок вероятностей возможных значений комплексной оценки ущерба. Решение данной задачи лучше всего рассмотреть на примере дерева ущербов рис. 1.4.11 с логическими матрицами свертки рис. 1.4.12.

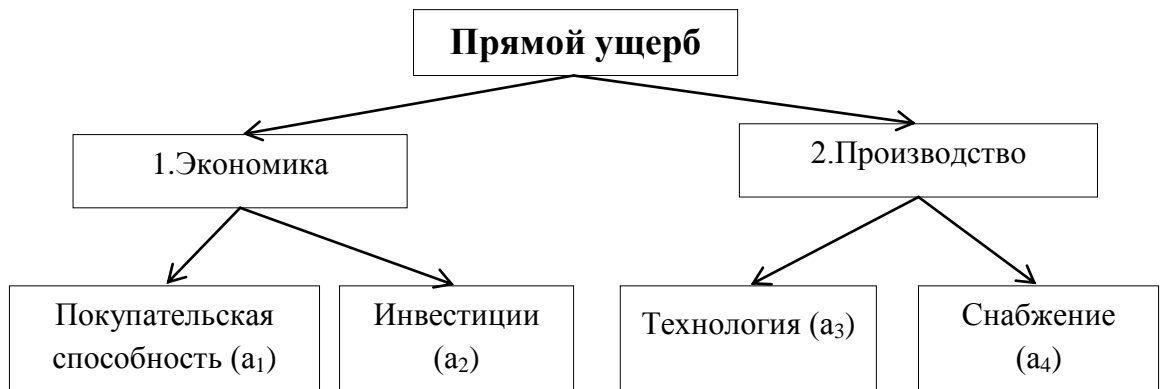


Рис. 1.4.11. Дерево свертки в примере интегральной оценки ущерба

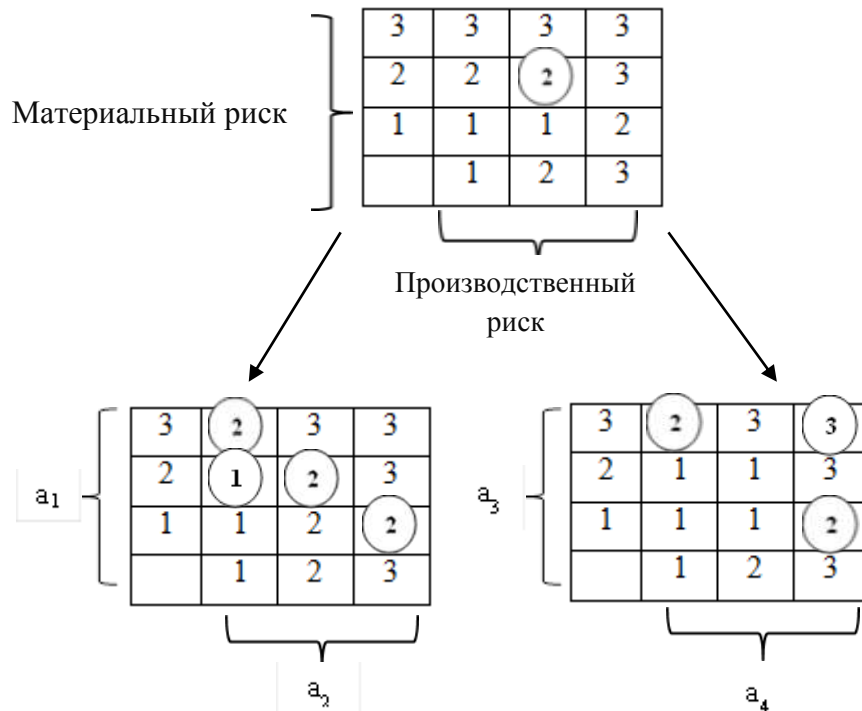


Рис. 1.4.12. Матрицы свертки в примере интегральной оценки ущерба

Введем следующие обозначения:

i – ущерб;

p_{ij} – вероятность значения j для ущерба i , $i = \overline{1,4}$, $j = \overline{1,3}$;

W_{1j} – вероятность оценки j материального ущерба.

Значения вероятностей p_{ij} приведены в табл. 1.4.4.

Таблица 1.4.4

Вероятности различных значений ущерба

$i \backslash j$	1	2	3
1	0,3	0,3	0,4
2	0,3	0,3	0,4
3	0,4	0,3	0,3
4	0,4	0,3	0,3

Примем ущербы за независимые случайные величины. Найдем распределение вероятностей возможных значений материального ущерба. При этом отметим, что 1 - незначительный материальный ущерб; 2- осязательный материальный ущерб и 3- существенный материальный ущерб. Итак, незначительный материальный ущерб наблюдается в двух случаях:

1. незначительным является экономический и производственный ущерб;
2. при незначительном производственном ущербе наблюдается осязательный материальный ущерб.

Зная формулу из теории вероятности имеем:

$$W_{11} = p_{11}p_{21} + p_{12}p_{21} = 0,3 \times 0,3 + 0,3 \times 0,3 = 0,18.$$

Осязательный материальный ущерб наблюдается в четырех случаях.

Поэтому

$$W_{12} = p_{11}p_{22} + p_{11}p_{23} + p_{12}p_{22} + p_{13}p_{21} = 0,3 \times 0,7 + 0,09 + 0,12 = 0,42.$$

А существенный материальный ущерб возможен в трех случаях:

$$W_{13} = p_{12}p_{23} + p_{13}p_{22} + p_{13}p_{23} = 0,4.$$

Применяя подобный метод, можно рассчитать распределение вероятностей W_{2j} возможных значений производственного ущерба:

$$W_{21} = p_{31} p_{41} + p_{32} p_{41} + p_{31} p_{42} + p_{32} p_{42} = 0,49,$$

$$W_{22} = p_{31} p_{43} + p_{33} p_{41} = 0,24,$$

$$W_{23} = p_{32} p_{43} + p_{33} p_{42} + p_{33} p_{43} = 0,27.$$

Для получения интегральной оценки ущерба, необходимо по данным матрицы интегрального ущерба найти порядок вероятностей возможных данных материального и производственного ущербов.

Так P_j – вероятность оценки j интегрального ущерба, получаем:

$$P_1 = W_{11} (W_{21} + W_{22}) = 0,13,$$

$$P_2 = W_{11} W_{23} + W_{12} W_{22} + W_{12} W_{21} = 0,35$$

$$P_3 = W_{12} W_{23} + W_{13} W_{23} + W_{13} W_{22} + W_{13} W_{21} = 0,51.$$

Далее определяем оценку интегрального риска как среднее значение интегральных оценок ущерба:

$$R' = 1 \times 0,13 + 2 \times 0,35 + 3 \times 0,51 = 2,56.$$

Таким образом, оценка уровня риска лежит между ощутимым (средним) и существенным (высоким).

Гипотеза о том, что размеры ущербов различных типов независимы не всегда действительно. Наиболее подходящим в данном случае будет применение *сценарного подхода*, поскольку он дает несколько вариантов развития событий. При этом варианты определяются с некоторой вероятностью и точным вектором ущербов. В нашем случае ущербы отличных друг от друга типов не являются независимыми случайными величинами. Предположим, что планируемое число вероятных сценариев, осуществляются случайным образом, равно m' , а вероятность j -го варианта равна P_j . Тогда для всех вариантов j определяем комплексную оценку ущерба W_j . Имея интегральные оценки ущерба, зная его вероятность, определяем

$$\text{ожидаемый ущерб } w' = \sum_{j=1}^{m'} P_j W_j .$$

Предлагается рассмотреть применение сценарного подхода на примере. Имеется три варианта возникновения производственной катастрофы, которые отличаются по тяжести своих последствий. В таблице 1.4.5 приведены данные по вероятности и ущербу данных сценариев, а также даны их интегральные оценки, определенные по логическим матрицам свертки.

Таблица 1.4.5

Вероятности сценариев и векторы ущербов

№ сценария	P_j	W_1	W_2	W_3	W_4	W'
1	0,2	1	2	1	2	2
2	0,7	2	2	1	3	2
3	0,1	2	3	2	3	3

По приведенным данным можно сделать вывод, что первые два сценария получили оценку ущерба равный 2 (ощутимый материальный ущерб), а третий – 3 (существенный материальный ущерб). Следовательно, вероятности планируемых показателей интегральных оценок ущерба равны, соответственно: $P_1 = 0$; $P_2 = 0,9$; $P_3 = 0,1$. При этом, риск (средний, ощутимый ущерб) будет $W' = 0 \times 1 + 0,9 \times 2 + 0,1 \times 3 = 2,1$, что является, ощутимым уровнем. Для сопоставления получим риск, подразумевая ущербы различных видов независимыми случайными величинами. Сперва найдем вероятности p_{ij} того, что ущерб i -го типа имеет оценку j (табл. 1.4.6).

Таблица 1.4.6

Вероятности сценариев и векторы ущербов

$i \backslash j$	1	2	3
1	0,2	0,8	0
2	0	0,9	0,1
3	0,9	0,1	0
4	0	0,2	0,8

Далее, используя аналогию алгоритма, находим вероятности возможных оценок материального и производственного ущерба. Получаем:

$$\begin{aligned} W_{11} &= p_{11} p_{21} + p_{12} p_{21} = 0; \\ W_{12} &= p_{11} (p_{22} + p_{23}) + p_{12} p_{22} + p_{13} p_{21} = 0,92; \\ W_{13} &= p_{12} p_{23} + p_{13} (p_{22} + p_{23}) = 0,08, \\ W_{21} &= p_{31} p_{41} + p_{32} p_{41} + p_{31} p_{42} + p_{32} p_{42} = 0,2, \\ W_{22} &= p_{31} p_{43} + p_{33} p_{41} = 0,72, \\ W_{23} &= p_{32} p_{43} + p_{33} p_{42} + p_{33} p_{43} = 0,08. \end{aligned}$$

Следом рассчитываем распределение вероятностей возможных оценок интегрального ущерба:

$$\begin{aligned} P_1 &= W_{11} (W_{21} + W_{22}) = 0; \\ P_2 &= W_{11} W_{23} + W_{12} (W_{22} + W_{21}) = 0,85; \\ P_3 &= W_{12} W_{23} + W_{13} W_{23} + W_{13} W_{22} + W_{13} W_{21} = 0,15. \end{aligned}$$

Интегральная оценка риска равна:

$$\hat{w}' = 0 \times 1 + 0,85 \times 2 + 0,15 \times 3 = 2,15.$$

При сопоставлении полученных данных при применении сценарного подхода имеем оценки вероятности и риска, хоть и слабо, но отличаются ($\hat{w} \approx w'$).

Предложенный порядок позволяет находить интегральную оценку риска или как комплексную оценку локальных рисков, либо как математическое ожидание комплексной оценки локальных ущербов.

Правильное нахождение интегрального производственного риска, позволяет устанавливать и решать задачу снижения уровня производственным риском с минимальными затратами, то есть решать проблему управления производственным процессом. Далее ставится задача нахождения интегрального производственного риска как общей комплексной оценки локальных рисков. С этой целью предлагается применить действенный метод создания рационального стандартного плана снижения производственного риска.

Способы построения оптимальной программы снижения рисков.

Уменьшение уровня комплексной оценки производственного риска получается при проведении соответствующих мероприятий, способствующих снижению локальных рисков по различным факторам. Выше были представлены четыре показателя снижения производственного риска:

- показатель 1 связан с мероприятиями, снижающими риск ухудшения покупательской способности;
- показатель 2 – инвестиционный риск;
- показатель 3 – риск нарушения технологического процесса;
- показатель 4 – риск ухудшения уровня снабжения необходимыми материалами.

Далее необходимо разработать такие мероприятия, которые позволяли бы задать параметры объекта таким образом, чтобы ущерб не превышал заданный уровень, а стоимость данных мероприятий была бы минимальной.

Решение данной проблемы основывается на построении дерева риска, пример которого был приведен выше. С этой целью сначала изменяем первичные параметры, для того чтобы уровень ущерба был допустимым. Далее каждое изменение любого первичного фактора будет применимо к конкретным мероприятиям, которые имеют свою стоимость. Нахождение подобных мероприятий определяется с помощью сети напряженных вариантов, при этом каждый вариант является оптимальным по Парето. После используется алгоритм, находящий набор мероприятий с минимальной стоимостью.

Допустим, что изначальное состояние объекта (предприятия), по всем показателям, характеризуется высокими локальными рисками (оценка 3).

Согласно этому, комплексная оценка тоже равна 3 (высокий или существенный риск). Для уменьшения локального риска по каждому фактору требуются затраты на осуществление соответствующих мероприятий. Введем обозначения C_{ij} – затраты на снижение локального риска по

показателю i до оценки j , $i = 1, \dots, 4$, $j = 1, \dots, 3$ (C_{i3} соответствует затратам на поддержание локального риска на том же уровне).

Решим задачу, которая позволяет создать варианта программы снижения интегрального риска до среднего уровня риска (оценка 2) с минимальными затратами. Любая вариация программы описывается вектором локальных рисков. К примеру (2, 1, 2, 3) говорит о том, что выполнение программы гарантирует снижение покупательской способности до среднего уровня, инвестиционный риск – до низкого уровня, технологических сбоев – до среднего уровня, а риск ухудшения уровня снабжения остается высоким. При этом интегральный риск равен 2, таким образом данная программа приводит к допустимому уровню риска. Затраты на реализацию данного варианта составляют

$$C(2, 1, 2, 3) = C_{12} + C_{21} + C_{32} + C_{43}.$$

Чтобы выбрать вариант с минимальными затратами, необходимо рассмотреть все возможные программы. При этом необходимо учесть, что при большом количестве локальных рисков и их оценок, число возможных вариантов программ будет огромным и их перебор будет занимать много времени и не будет столь эффективным. Для этого применяют множество напряженных вариантов.

Напряженным называется вариант, если рост локального риска хотя бы по одному критерию порождает увеличение интегральной оценки [78].

Допустим, имеется напряженный вариант. Следовательно, имеется показатель позволяющий увеличить локальный риск без изменения интегрального риска. Такой вариант допустим и требует меньших затрат.

Рассмотрим последовательное построение напряженных вариантов. Напряженный вариант является Парето-оптимальным, агрегирование двух критериев находится по одной матрице. Рассматриваем столбец матрицы и находим строку с нужной оценкой. Для этой строки определяем максимальный столбец с требуемой оценкой – именно она и будет определять напряженный вариант. Затем повторяем процедуру начиная со

столбца с наименьшим номером, далее поступаем аналогично. Для простоты обозначим данный алгоритм как N . Для отображения всех напряженных вариантов присвоим алгоритм N к матрице интегральной оценки (корневая вершина дерева критериев). При этом, любому напряженному варианту матрицы комплексной оценки отвечают две агрегированные оценки следующего уровня дерева критериев. Для каждой оценки в соответствующих матрицах комплексных оценок определяются все напряженные варианты. Далее подобным образом продолжается построение сети напряженных вариантов. Пример такого построения изображен на рис. 1.4.13.

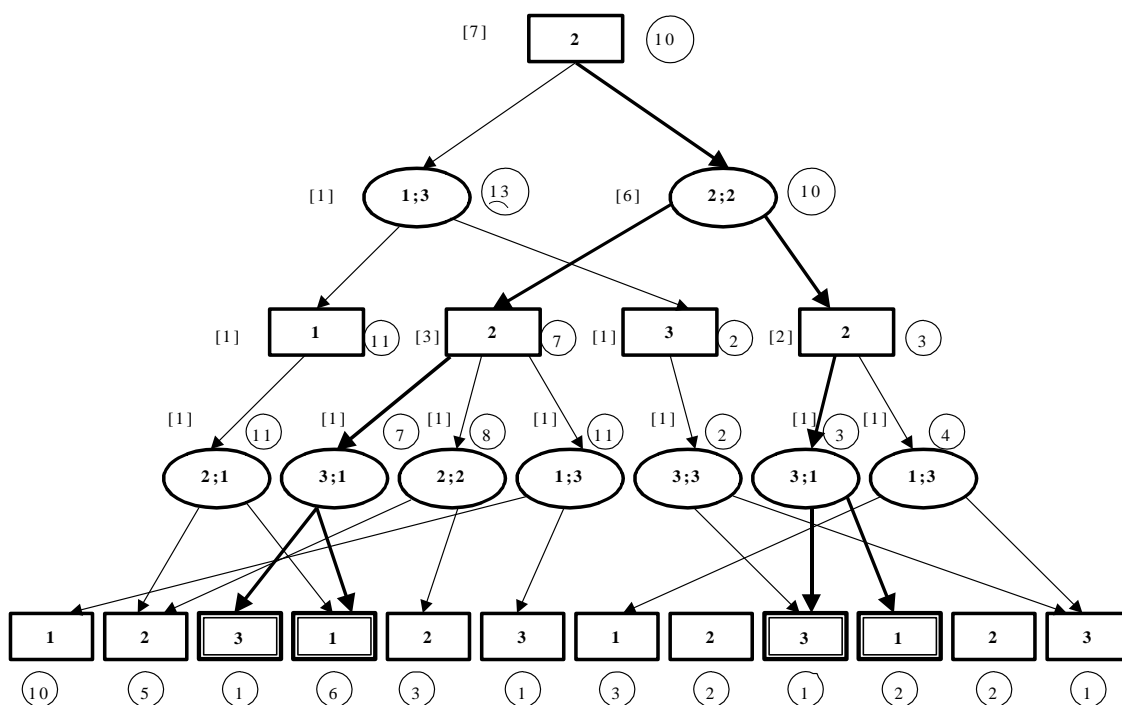


Рис. 7.

Рис. 1.4.13. Сеть напряженных вариантов

Происходит чередование вершин двух типов. Первые вершины отмечены квадратами, в них обозначены агрегированные оценки, для них нужно определить напряженные варианты в соответствующих матрицах (вход – квадрат, в нем необходимо указывать комплексную оценку, выходы – квадраты, в которых указаны значения оценок). Вершины-квадраты

привязаны линиями с вершинами-кружками, вниз обозначаются все напряженные варианты для данной агрегированной оценки. Каждому напряженному варианту отвечает праdereво (подграф сети) с корнем в начальной вершине. В каждую вершину-кружок этого праdereва входит только одна линия от вершины-квадрата более высокого порядка, а из каждой вершины-кружка выходят две линии к вершинам-квадратам более низкого порядка, один из вариантов приведён на примере и выделен жирными линиями. После создания сети напряженных вариантов, можно определить их количество. С этой целью приписываем выходным вершинам сети (квадратам) индекс.

Для нахождения числа напряженных вариантов необходимо двигаться снизу вверх, то есть индексы вершин-квадратов находятся путем сложения индексов вершин-кружков нижнего уровня, а индексы вершин кружков верхнего уровня получаются при произведении индексов вершин-квадратов. Таким образом, получается индекс входной вершины – это и есть число напряженных вариантов, на рисунке 1.4.13. оно обозначено у верхней вершины-кружка в квадратных скобках и равно семи.

Будем считать, что сеть напряженных вариантов построена. Чтобы рассчитать версию с наименьшей стоимостью, назначим выходам сети индексы, которые соответствуют затратам на проведение подходящих мероприятий. Для нахождения индекса остальных вершин, по аналогии с выше сказанным двигаемся снизу вверх. Следует заметить, что сумма индексов вершин-квадратов нижнего уровня равна индексу вершин-кружков верхнего уровня, при этом индекс вершин-квадратов равен минимальному из индексов смежных с ним вершин-кружков более низкого уровня. Тогда индекс вершины-входа равняется значению минимальных затрат. Отсюда становится очевидным, что данный алгоритм позволяет получить нужную агрегированную оценку с минимальными затратами. Нахождение альтернативы с минимальной стоимостью определяется методом «обратного хода», то есть теперь нужно двигаться наоборот сверху вниз. Приступаем к

вершине верхнего уровня, находим вершину-кружок с минимальным индексом. Для примыкающих вершин-квадратов стоящих внизу находим вершины-кружки с минимальными индексами низшего уровня и т.п.

Рациональным выбором мероприятий, выделенные на рисунке 1.4.13 двойными линиями, являются: 3, 1, 3, 1, а значение цели равно 10.

Задача достижения необходимого уровня риска с минимальными затратами, то есть задача оптимизации программы по стоимости с учетом риска является сложной задачей с множеством различных комбинаций. Но если предположить, что предложенные мероприятия независимы по многим показателям, то можно использовать предложенный выше механизм. Отметим, что после проведения мероприятий, произведение вероятности имеют нужные размеры ущерба, дает оценку снизу вероятности получить требуемый размер полного ущерба. Сформулируем задачу: необходимо оптимизировать программу по стоимости, при этом нижняя оценка вероятности получение необходимого размера ущерба не меньше требуемой. Данная задача заключается к вышеописанной задачи оптимизации по стоимости, так если вероятности p_{ij} не зависят от уровня ущерба j , то есть затраты на мероприятия на обеспечение ущерба на уровне j по показателю i выбраны таким образом, что вероятность получить оценку ущерба j не зависит от j .

В заключении можно сделать вывод о том, что данный метод позволяет оценить не только уровень риска, но и определить минимальные затраты на его уменьшение.

1.5. Выводы и постановка задач исследования

При изучении механизмов управления можно сделать вывод об эффективном их применении при создании и исследовании механизмов управления рисками, в том числе и в производственных системах.

Анализ имеющихся методов по решению сложности выбора и созданию новых подходов, моделей и способов для принятия решений в условиях риска вызвало потребность в решении следующих задач:

1. Провести анализ в области управления уровнем риска;
2. Изучить возможности применения моделей и механизмов управления, разработанных в рамках теории управления организационными и социально-экономическими системами, к управлению риском в сфере производства.
3. Рекомендовать модели управления экономических механизмов управления уровнем риска на производственных предприятиях.
4. Подготовить игровую имитационную модель для оценки эффективности управленческих механизмов в условиях рискованной ситуации.

ГЛАВА 2. ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РИСКА

2.1. Постановка задачи

Стабильная работа предприятия и его безопасность неразрывно связана с технологическим процессом производства, с соблюдением правил охраны труда, техники безопасности, наличием средств позволяющим осуществить данные правила. Чтобы оценить уровень безопасности производства, как правило, применяется метод экспертной оценки. Экспертную оценку могут осуществлять различные инспекторские проверки, а также непосредственные руководители структурных подразделений, на которых возложены данные обязанности.

Подобный контроль позволяет с помощью экспертов оценить возможность наступления рискованной ситуации на производстве. Следовательно, оценить уровень риска – это значит определить вероятность возникновения угроз безопасности предприятия и его структурным подразделениям, с возможностью оценить уровень ущерба.

При исследовании механизма комплексного оценивания решаются две задачи. Первая – обобщение информации, которая действительно отражала бы взаимодействия участников структурных подразделений, что дает руководящему органу принимать решение, основываясь на информации. Это направление тесно связано с проблематикой многокритериальной оптимизации. Вторая – исследует поведение структурных подразделений (изучение манипулируемости механизмом комплексного оценивания).

2.2. Интегральная оценка риска

Степень опасности рискованного события зависит как от вероятности его наступления, так и от величины ущерба при его наступлении. Чем больше вероятность наступления и чем больше ущерб, тем больше степень

опасности. Обычно степень опасности определяется как произведение вероятности на ущерб (ожидаемый ущерб)

$$D = p \times S \quad (2.2.1)$$

где D - степень опасности; p - вероятность наступления рисковогó события; S - ущерб. Однако, применяются и другие формулы, качественно отражающие рост степени опасности при росте вероятности и ущерба. Учитывая определенную грубость оценок вероятности и ущерба, перейдем к дискретным шкалам. Дискретная шкала для вероятности рисковогó события была введена выше. Аналогично введем дискретную шкалу ущерба. Для определения степени опасности, определим матрицу, строки которой соответствуют различным уровням вероятности, а столбцы - различным уровням ущерба. Пример такой матрицы приведен ниже. В клетках матрицы помещены значения степени опасности. В дальнейшем для упрощения вычислений будем рассматривать только три уровня вероятности и ущерба, и, соответственно, три уровня степени опасности – минимальный (1), средний (2) и высокий (3). Соответствующая таблица приведена ниже (рис.2.2.1).

3	2	2	3
2	1	2	3
1	1	1	2
P S	1	2	3

Рис. 2.2.1 Уровни вероятности и ущерба

Это не ограничивает общность постановок и методов решения, поскольку соответствующие обобщения делаются без затруднений. Очевидно, что степень опасности сложных рисков определяется на основе простых рисков. Обозначим p_i , S_i и d_i соответственно вероятность, ущерб и степень опасности i -го простогó риска для некоторогó сложного риска. Тогда степень опасности сложного риска равна

$$D = \sum_i d_i = \sum_i p_i S_i$$

Представит ее в виде

$$D = p \times S, \text{ где}$$

$$S = \sum_i S_i$$

Отсюда получаем:

$$p = \frac{D}{S} = \frac{\sum p_i S_i}{\sum S_i} \quad (2.2.2)$$

Поставим задачу снизить степень опасности рискового события до требуемого уровня с минимальными затратами. Снижение степени опасности достигается за счет мероприятий двух типов. Мероприятия первого типа уменьшают вероятность наступления рискового события, а мероприятия второго типа снижают ущерб при наступлении рискового события. Примем сначала, что множества мероприятий первого и второго типа не пересекаются. Пусть имеется n мероприятий первого типа. Обозначим a_i - уменьшение вероятности p при проведении i -го мероприятия, b_i - затраты на проведение i -го мероприятия. Обозначим далее A_1 - величину снижения вероятности, требуемую для перевода данного показателя в фактору минимального риска, A_2 - величину снижения вероятности, требуемую для перевода показателя в категорию среднего риска. Обозначим $x_i = 1$, если i -е мероприятие вошло в программу снижения риска, $x_i = 0$ в противном случае.

Постановка задачи: определить $x_i, i = \overline{1, n}$, такие, что

$$\sum_i b_i x_i \rightarrow \min,$$

при ограничении

$$\sum_i a_i x_i \geq A_1.$$

Это - задача о ранце, эффективно решаемая методом дихотомического программирования при целочисленных значениях параметров.

Пример 1. Имеются 6 мероприятий, данные о которых приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1.

i	1	2	3	4	5	6
$a_i \times 10$	1	2	1	3	2	1
b_i	9	16	7	18	18	4

Пусть $A_1 = 0,7$, $A_2 = 0,4$. Задача заключается в минимизации

$$B(x) = 9x_1 + 16x_2 + 7x_3 + 18x_4 + 18x_5 + 4x_6$$

при ограничении

$$x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 + 2x_5 + x_6 \geq 7.$$

Возьмем структуру дихотомического представления задачи, приведенную на рис. 2.2.2.

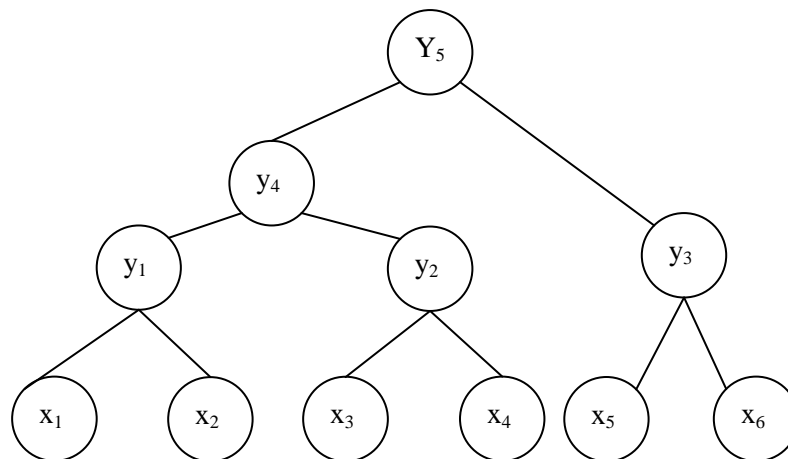


Рис.2.2.2. Структура дихотомического представления задачи

1 шаг. Решаем задачу для мероприятия 1 и 2. Решение приведено в таблице 2.2.2. Первое число в клетке равно уменьшению вероятности (эффект), а второе - затратам. Результаты сведены в таблицу 2.2.3.

Таблица 2.2.2

1	2; 16	3; 25
0	0; 0	1; 9
2 / 1	0	1

Таблица 2.2.3

№ варианта	0	1	2	3
Эффект	0	1	2	3
Затраты	0	9	16	25

2 шаг. Решаем задачу для мероприятий 3 и 4. Решение приведено в таблице 2.2.4. Результаты сведем в таблицу 2.2.5.

Таблица 2.2.4

1	3; 18	4; 25
0	0; 0	1; 7
4 / 3	0	1

Таблица 2.2.5

№ варианта	0	1	2	3
Эффект	0	1	3	4
Затраты	0	7	18	25

3 шаг. Решаем задачу для мероприятий 5 и 6. Решение приведено в таблице 2.2.6. Результаты сведем в таблицу 2.2.7.

Таблица 2.2.6

1	1; 4	3; 22
0	0; 0	2; 18
6 / 5	0	1

Таблица 2.2.7

№ варианта	0	1	2	3
Эффект	0	1	2	3
Затраты	0	4	18	22

4 шаг. Решаем задачу для объединенных мероприятий (1,2) и (3,4). Решение приведено в таблице 2.2.8. Результаты сведем в таблицу 2.2.9.

5 шаг. Решаем задачу для объединенных мероприятий (1,2,3,4) и (5,6). Решение приведено в таблице 2.2.10.

Таблица 2.2.8

3	4; 25	5; 34	6; 41	7; 50
2	3; 18	4; 27	5; 34	6; 43
1	1; 7	2; 16	3; 23	4; 32
0	0; 0	1; 9	2; 16	3; 25
(3,4) (1,2)	0	1	2	3

Таблица 2.2.9

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7
Эффект	0	1	2	3	4	5	6	7
Затраты	0	7	16	18	25	34	41	50

Таблица 2.2.10

3	3; 22	4; 29	5; 38	6; 40	7; 47	-	-	-
2	2; 18	3; 25	4; 34	5; 36	6; 43	7; 52	-	-
1	1; 4	2; 11	3; 20	4; 22	5; 29	6; 38	7; 45	-
0	0; 0	1; 7	2; 16	3; 18	4; 25	5; 34	6; 41	7; 50
(5,6) (1,2,3,4)	0	1	2	3	4	5	6	7

Оптимальному решению соответствует клетка (7,45). Для определения решения применяем метод обратного хода. Клетке (7,45) соответствует вариант 6 таблицы 2.2.9 и вариант 1 таблицы 2.2.7.

Варианту 6 таблицы 2.2.9 соответствует клетка (6,41). Клетке (6,41) таблицы 2.2.8 соответствует вариант 3 таблицы 2.2.5 и вариант 2 таблицы 2.2.3. Варианту 3 таблицы 2.2.5 соответствует клетка (4,25) таблицы 2.2.4, что определяет значения переменных $x_3 = 1$, $x_4 = 1$.

Варианту 2 таблицы 2.2.3 соответствует клетка (2,16) таблицы 2.2.2, что определяет значения переменных $x_1 = 0$, $x_2 = 1$.

Варианту 1 таблицы 2.2.7 соответствует клетка (1,4) таблицы 2.2.6, что определяет значения переменных $x_5 = 0$, $x_6 = 1$.

Окончательно получаем решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 1, x_5 = 0, x_6 = 1,$$

которое обеспечивает снижение вероятности на 0,7 с минимальными затратами 45.

Заметим, что одновременно мы решили и задачу уменьшения вероятности, достаточного для перевода соответствующего фактора в категорию со средним риском. Действительно, оптимальному решению в этом случае соответствует клетка (4;22) таблицы 2.2.10. Этой клетке соответствует вариант 3 таблицы 2.2.9 и вариант 1 таблицы 2.2.7. Варианту 1 таблицы 2.2.8 соответствует клетка (1;4) таблицы 2.2.7, т.е. $x_5 = 0$ и $x_6 = 1$. Варианту 3 таблицы 2.2.9 соответствует клетка (3;18) таблицы 2.2.8. Этой клетке, в свою очередь, соответствует вариант 2 таблицы 2.2.5 и вариант 0 таблицы 2.2.3, т.е. $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 1$. Окончательно получаем решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 1, x_5 = 0, x_6 = 1,$$

которое дает требуемое уменьшение вероятности на 0,4 с минимальными затратами 22.

Решая такого типа задачи для каждого фактора, получаем затраты c^s_{ij} , требуемые для снижения вероятности от высокого уровня до уровня $j = 1, 2, 3$.

Замечание. Величина c^s_{ij} соответствует затратам на сохранение максимального уровня риска (не допустить катастрофы).

Аналогичные задачи решаются для определения минимальной величины затрат, требуемых для снижения величин ущерба до минимального или среднего уровня. Обозначим эти затраты c^y_{ij} . Для определения минимальных затрат, требуемых для снижения степени опасности до минимального и среднего уровня опишем алгоритм.

Описание алгоритма.

1. Рассматриваем матрицу определения уровня степени опасности в зависимости от уровня вероятности и уровня ущерба (рис. 2.2.1). В каждой клетке (k, s) матрицы записываем сумму минимальных затрат:

$$c_{ik}^e + c_{is}^y \quad (2.2.3)$$

2. Из всех клеток с одинаковыми уровнями степени опасности выбираем клетку с минимальной суммой (3). В результате получаем таблицу (S_{ij}) минимальных затрат, требуемых на уменьшение степени опасности от максимального до минимального и среднего уровней.

Пример 2. Ниже приведена таблица минимальных затрат c_{ij}^e и c_{ij}^y для некоторого фактора i

Таблица 2.2.11

j	1	2	3
c_{ij}^e	40	25	10
c_{ij}^y	52	30	12

Возьмем матрицу степени опасности, представленную на рис. 2.2.1. Решение задачи определения минимальных затрат на снижение степени опасности до среднего и минимального уровня, приведено в таблице 2.2.12.

Таблица 2.2.12

3;10	2;62	2; 40	3; 22
2;25	1;77	2;55	3;37
1;40	1;92	1; 70	2;52
P / S	1;52	2;30	3;12

Как следует из таблицы, сохранение максимальной степени опасности требует минимальных затрат 22. Уменьшение степени опасности до среднего уровня требует минимальных затрат 40, а уменьшение степени опасности до минимального уровня требует минимальных затрат 70. Таким образом $S_{i1}=70$, $S_{i2}=40$, $S_{i3}=22$. Стратегия уменьшения степени опасности до среднего уровня состоит в снижении до среднего уровня величины ущерба при сохранении на максимальном уровне величины вероятности. Стратегия уменьшения степени опасности до минимального уровня состоит в уменьшении величины

ущерба до среднего уровня, а величины вероятности до минимального уровня.

Перейдем к построению системы комплексного оценивания для определения интегральной оценки риска (степени опасности рискового события). Для этого сначала нужно построить дерево свертки показателей (структура системы комплексного оценивания), пример такого дерева приведен на рисунке 2.2.3.

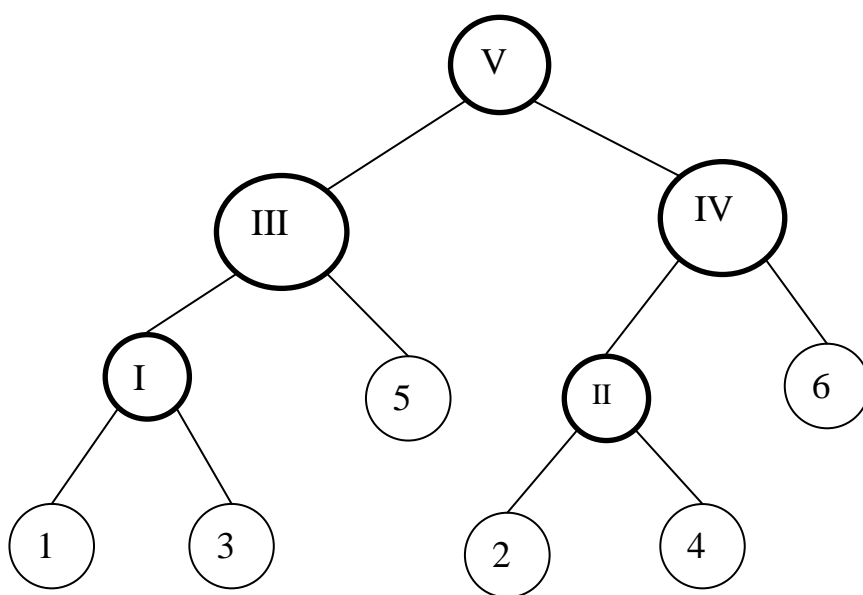


Рис.2.2.3. Дерево свертки показателей

Естественно сначала объединить риски не востребоваемости произведенной продукции (1) и риски усиления конкуренции и изменения конъюнктуры (3). Обобщенный риск можно назвать рыночным риском (I). Далее объединяем риски неисполнения хозяйственных договоров (2) и риски технологических сбоев (4). Обобщенный риск назовем производственно-снабженческим риском (II). Объединяя рыночные риски (I) с транспортными рисками (5), получаем обобщенный показатель «внешние риски» (III). Объединяя производственно-снабженческий риск (II) с рисками потери имущества (6), получаем обобщенный показатель «внутренние риски» (IV).

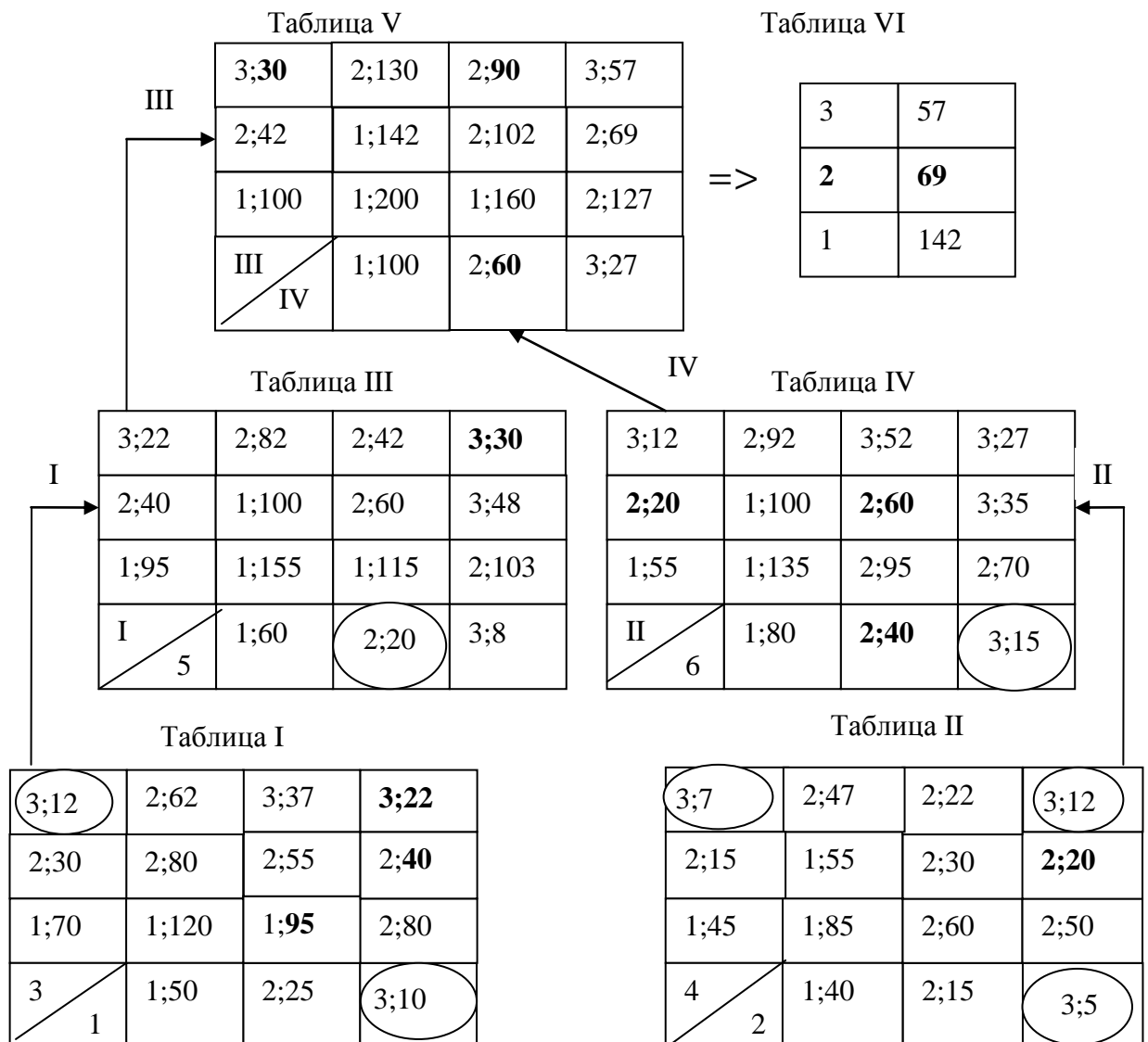


Рис. 2.2.4. Пример системы комплексного оценивания

Наконец объединяем внешний и внутренние риски, получаем интегральную оценку снижения опасности. Все оценки характеризующие уровень степени опасности соответствующих групп рисков, измеряются также в трехбалльной шкале (минимальный, средний и максимальный). Для каждого обобщенного показателя в соответствии с методикой построения систем комплексного оценивания определяется матрица свертки, совокупность которых дает систему комплексного оценивания степени опасности производства.

Пример системы комплексного оценивания с затратами S_{ij} приведена на рисунке 2.2.4.

2.3.Формирование программы снижения риска

Опишем алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и минимального уровня.

Описание алгоритма

Рассмотрим снижение матрицы системы комплексного оценивания (рис.3), например, матрицу формирования обобщенной оценки I (рыночный риск). Из всех клеток с одинаковой величиной уровня степени опасности выбираем клетку с минимальной величиной затрат (второе число в клетке). Соответствующие затраты переносим в столбец таблицы III (внешние риски). Аналогично поступаем с таблицей II (производственно-снабженческие риски). Далее рассматриваем таблицы III, и IV, действуя аналогичным образом. Наконец, рассматриваем таблицу V, получаем величину минимальных затрат, необходимых для достижения требуемой степени опасности производства.

Программа снижения степени опасности по отдельным факторам определяется методом обратного хода. Возьмем, например, программу снижения степени опасности от уровня 3 до уровня 2 (средний уровень степени опасности). Из таблицы VI видим, что интегральной оценке 2 соответствуют затраты 69. Клетке (2;69) в табл. V соответствует клетка (2;42) табл. III и клетка (3;27) табл. IV. Клетке (3;27) табл. IV соответствует уровень 3 (максимальный) степени опасности по фактору 6 и клетка (3;12) табл. II, т.е. уровень 3 (максимальный) по фактору 4 и уровень 3 (максимальный) по фактору 2. Наконец, клетке (2;42) табл. III соответствует уровень 2 (средний) по фактору 5 и клетка (3;22) табл. I, т.е. уровень 3 (максимальный) по факторам 1 и 3.

Окончательно получаем следующую программу снижения рисков:

По факторам 1, 2, 3, 4 и 6 степень опасности поддерживается на максимальном уровне. По критерию 5 степень опасности уменьшается до среднего уровня.

Аналогично можно определить программу снижения рисков до минимального уровня степени опасности повторяя описанный выше метод «обратного хода», получаем следующую программу:

- по факторам 1, 2, 3 степень опасности поддерживается на максимальном уровне;
- по факторам 4, 5 степень опасности снижается до среднего уровня;
- по фактору 6 степень опасности снижается до минимального уровня

Зная третий уровень степени опасности по каждому фактору определяем набор мероприятий, объединяющих этот уровень.

Рассмотрим количественный пример, иллюстрирующий все шаги методики.

Пример 3. Примем граничные величины вероятности $B_1^e = 0,2$; $B_2^e = 0,6$, а граничные вершины ущерба $B_1^y = 20$; $B_2^y = 50$. Начальные значения вероятностей и ущерба для шести факторов приведены ниже.

Таблица 2.2.13

i	1	2	3	4	5	6
B_i^e	0,9	0,8	0,7	0,6	0,65	0,5
B_i^y	100	80	75	45	60	90

Переводим оценки вероятности и ущерба в качественную шкалу q^e и q^y .

Таблица 2.2.14

i	1	2	3	4	5	6
q_i^e	3	3	3	2	3	2
q_i^y	3	3	3	2	3	3

Ниже приведено расположение факторов по степени опасности согласно таблице, рис.2.2.5.

3	2	2(6)	3(1,2,3,5)
2	1	2(4)	3
1	1	1	2
S P	1	2	3

Рис.2.2.5 Расположение факторов по степени опасности

Согласно этой таблице мероприятия 1, 2, 3 и 5 имеют максимальную степень опасности, а мероприятия 4 и 6 имеют среднюю степень опасности.

В таблице 2.2.15 приведены минимальные уменьшения вероятностей и ущербов, необходимые для перевода факторов в категории с средней или минимальной степенью опасности.

Таблица 2.2.15

i	1	2	3	4	5	6
A_{i1}^e	0,7	0,6	0,5	0,4	0,45	0,3
A_{i2}^e	0,3	0,2	0,1	0	0,05	0
A_{i1}^y	80	60	55	25	40	70
A_{i2}^y		30	25	0	10	40

Поясним, как получены эти числа.

Например,

$$A_{i1}^e = B_i^e - B_{i1}^e = 0,9 - 0,2 = 0,7$$

$$A_{i1}^y = B_i^y - B_{i1}^y = 100 - 20 = 80$$

Аналогично получаем все остальные числа.

Примем, что для каждого фактора имеются по шесть мероприятий снижения вероятности и ущерба.

1. Решаем задачу выбора мероприятий для первого фактора. Данные о мероприятиях приведены в таблице 2.2.16.

Таблица 2.2.16

i	1	2	3	4	5	6
$a_i^B \times 100$	10	15	5	20	30	10
e_i^e	25	43	18	80	150	60
a_i^y	20	35	15	10	40	25
e_i^y	50	100	50	40	200	150

1.1. Выбор мероприятий для снижения уровня вероятности от максимального до среднего и минимального уровня:

$$25x_1 + 43x_2 + 18x_3 + 80x_4 + 150x_5 + 60x_6 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 20x_4 + 30x_5 + 10x_6 \geq 70$$

Рассмотрим решение этой задачи подробно, поскольку это типовая задача, решаемая для всех шести факторов.

1 шаг. Рассматриваем мероприятия 1 и 2. Решение приведено в таблице 2.2.17.

Таблица 2.2.17

1	15;43	25;68
0	0;0	10;25
2 1	0	1

Результаты сведены в таблицу 2.2.18.

Таблица 2.2.18

Вариант	0	1	2	3
Эффект	0	10	15	25
Затраты	0	25	43	68

2 шаг. Рассматриваем мероприятия 3 и 4. Решение приведено в таблице 2.2.19.

Таблица 2.2.19

1	20;80	25;98
0	0;0	5;18
4 / 3	0	1

Результаты сведены в таблицу 2.2.20.

Таблица 2.2.20

Вариант	0	1	2	3
Эффект	0	5	20	25
Затраты	0	18	80	98

3 шаг. Рассматриваем мероприятия 5 и 6. Решение приведено в таблице 2.2.21.

Таблица 2.2.21

1	10;60	40;210
0	0;0	30;150
6 / 5	0	1

Результаты сведены в таблицу 2.2.22.

Таблица 2.2.22

Вариант	0	1	2	3
Эффект	0	10	30	40
Затраты	0	60	150	210

4 шаг. Рассматриваем объединенные мероприятия (1, 2) и (3, 4). Решение приведено в таблице 2.2.23.

Таблица 2.2.23

3	25;98	35;123	40;141	50;166
2	20;80	30;105	35;123	45;148
1	5;18	15;43	20;61	30;86
0	0;0	10;25	15;43	25;68
(3,4) (1,2)	0	1	2	3

Результаты сведены в таблицу 2.2.24.

Таблица 2.2.24

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Эффект	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Затраты	0	18	25	43	61	68	105	123	141	148	166

В этой таблице оставлены только Парето-оптимальные варианты.

Так вариант (20;80) исключен, т.к. он доминируется вариантом (25;68) (при меньших затратах мы получаем больший эффект).

5 шаг. Рассматриваем объединенный вариант (1, 2, 3, 4) и объединенный вариант (5, 6). Решение приведено в таблице 2.2.25.

Таблица 2.2.25

10	50;166	60;226	-	-
9	45;148	55;208	-	-
8	40;141	50;201	70;291	-
7	35;123	45;183	65;273	-
6	30;105	40;165	60;255	70;315
5	25;68	35;128	55;218	65;278
4	20;61	30;121	50;211	60;271
3	15;43	25;103	45;193	55;253
2	10;25	20;85	40;175	50;235
1	5;18	15;78	35;168	45;28
0	0;0	10;60	30;150	40;210
(1,2,3,4) (5,6)	0	1	2	3

В таблице 2.2.25 находим клетку с минимальным вторым числом из числа клеток, у которых первое число больше или равно 70. Это клетка (70;291), которая определяет оптимальное решение с минимальными затратами 291.

Для того, чтобы определить оптимальный набор мероприятий применяем метод «обратного хода». Клетке (70;291) соответствует вариант 8 таблицы 2.2.24 и вариант 2 таблицы 2.2.22.

Варианту 8 таблица 2.2.24 соответствует клетка (40;141) таблица 2.2.23, который в свою очередь соответствует вариант 3 таблица 2.2.20 и вариант 2 таблица 2.2.18.

Варианту 3 таблица 2.2.20 соответствует клетка (25;98) таблица 2.2.19, т.е. $x_3 = 1$, $x_4 = 1$.

Варианту 2 таблица 2.2.18 соответствует клетка (15;43) таблица 2.2.17, т.е. $x_1 = 0, x_2 = 1$. Наконец, варианту 2 таблица 2.2.22 соответствует клетка (30;150) таблица 2.2.21, т.е. $x_5 = 1, x_6 = 0$.

Окончательно получаем оптимальный набор мероприятий по уменьшению вероятности до минимального уровня для фактора 1: в программу включаются мероприятия 2, 3, 4 и 5.

Из полученной таблицы 2.2.25 нетрудно получить оптимальное решение и для уменьшения вероятности до среднего уровня ($A_{i_2}^e = 0,3$). Для этого среди всех клеток, у которых первое число больше или равно 30 находим клетку с минимальным вторым числом. Это клетка (30;105). Для определения набора мероприятий применяем метод «обратного хода». Выпишем оптимальный набор мероприятий. Это мероприятия 1 и 4.

Примем затраты на сохранение максимального уровня вероятности равным 40. Получаем $B_{11}^e = 291, S_{12}^e = 105, S_{13}^e = 40$.

1.2. Выбор мероприятий для уменьшения ущерба. Решаем задачу

$$50x_1 + 100x_2 + 50x_3 + 40x_4 + 200x_5 + 150x_6 \rightarrow \min$$

$$20x_1 + 35x_2 + 15x_3 + 10x_4 + 40x_5 + 25x_6 \geq 80$$

1 шаг. Решаем задачу для мероприятия 1 и 2. Решение приведено ниже

Таблица 2.2.26

1	35;100	55;150
0	0;0	20;50
2 1	0	1

Результаты сведены в таблицу 2.2.27.

Таблица 2.2.27

Вариант	0	1	2	3
Эффект	0	20	35	55
Затраты	0	50	100	150

2 шаг. Решаем задачу для мероприятия 3 и 4. Решение приведено ниже

Таблица 2.2.28

1	10;40	25;90
0	0;0	15;50
4 3	0	1

Результаты сведены в таблицу 2.2.29.

Таблица 2.2.29

Вариант	0	1	2	3
Эффект	0	10	15	25
Затраты	0	40	50	90

3 шаг. Решаем задачу для мероприятия 5 и 6. Решение приведено ниже

Таблица 2.2.30

1	25;150	65;350
0	0;0	40;200
6 5	0	1

Результаты сведены в таблицу 2.2.31.

Таблица 2.2.31

Вариант	0	1	2	3
Эффект	0	25	40	65
Затраты	0	150	200	350

4 шаг. Решаем задачу для объединенных мероприятия (1;2) и (3;4).

Решение приведено ниже

Таблица 2.2.32

3	25;90	45;140	60;190	80;240
2	15;50	35;100	50;150	70;200
1	10;40	30;90	45;140	65;190
0	0;0	20;50	35;100	55;150
(3,4) (1,2)	0	1	2	3

Результаты сведены в таблицу 2.2.33.

Таблица 2.2.33

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Эффект	0	10	20	30	35	45	55	65	70	80
Затраты	0	40	50	90	100	140	150	190	200	240

5 шаг. Решаем задачу для объединенных мероприятий (1,2,3,4) и (5,6).

Таблица 2.2.34

9	80;240	-	-	-
8	70;200	-	-	-
7	65;190	-	-	-
6	55;150	80;300	-	-
5	45;140	70;290	85;340	-
4	35;100	60;250	75;300	-
3	30;90	55;240	70;290	-
2	20;50	45;200	60;250	85;400
1	10;40	35;190	50;240	75;390
0	0;0	25;150	40;200	65;350
(1,2,3,4) (5,6)	0	1	2	3

Применяя метод «обратного хода», получаем решение для $A_1^y = 80$:
 $x_1=1, x_2=1, x_3=1, x_4=1, x_5=0, x_6=0$ с затратами 240.

Для $A_2^y = 50$ получаем решение $x_1=1, x_2=1, x_3=0, x_4=0, x_5=0, x_6=0$ с затратами 150.

Примем затраты на сохранение максимального уровня ущерба равным 60.

В результате получаем $S_{11}^y = 240, S_{12}^y = 150, S_{13}^y = 60$. Подставим величины S_{1j}^e и $S_{1j}^y, j=1,2,3$ в матрицу степени опасности рис.1, получаем таблицу 2.2.35.

Таблица 2.2.35

3;40	2;280	2;190	3;100
2;105	1;345	2;255	3;165
1;291	1;531	1;441	2;351
P S	1;240	2;150	3;60

Выбирая минимальные значения вторых чисел для каждого первого числа $j=1,2,3$, получаем

$$S_{11}=345, S_{12}=190, S_{13}=100.$$

Рассмотренная методика получения затрат на снижение степени опасности с максимального уровня до среднего и минимального применяется к каждому фактору. Ниже даются результаты ее применения.

2. Решаем задачу выбора мероприятий для второго фактора.

2.1. Выбор мероприятий для снижения уровня вероятности на $A_{21}^e = 0,6$ и $A_{22}^e = 0,2$.

Согласно таблице 2.2.15 для второго фактора имеет место $A_{21}^e \times 100 = 60$,
 $A_{22}^e = 20$.

Данные о мероприятиях приведены ниже.

Таблица 2.2.36

i	1	2	3	4	5	6
$a_i^B \times 100$	5	20	10	15	25	30
b_i^e	10	45	50	20	30	40
a_i^y	10	5	35	20	15	30
b_i^y	35	40	70	50	30	90

Решаем следующую задачу о ранце:

$$10x_1 + 45x_2 + 50x_3 + 20x_4 + 30x_5 + 40x_6 \rightarrow \min$$

$$5x_1 + 20x_2 + 10x_3 + 15x_4 + 25x_5 + 30x_6 \geq 60$$

Ее решение имеет вид:

$$x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0, x_5 = 1, x_6 = 1 \text{ с затратами } s_{21}^y = 80.$$

Если $A_{22}^e \times 100 = 20$, то решение имеет вид:

$$x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 1, x_5 = 0, x_6 = 0 \text{ с затратами } s_{22}^y = 30. \text{ Примем } s_{23}^y = 15.$$

2.2. Выбор мероприятий для снижения уровня ущерба.

Имеем $A_{21}^e = 60$, $A_{22}^e = 30$.

Решаем следующую задачу о ранце:

$$35x_1 + 40x_2 + 70x_3 + 50x_4 + 30x_5 + 90x_6 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 5x_2 + 35x_3 + 20x_4 + 15x_5 + 30x_6 \geq 60$$

Ее решение имеет вид:

$$x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 0, x_5 = 1, x_6 = 0 \text{ с затратами } s_{21}^y = 135.$$

Если $A_{22}^e = 30$, то оптимальное решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 1, x_5 = 1, x_6 = 0 \text{ с затратами } s_{22}^y = 80. \text{ Примем } s_{23}^y = 40.$$

Подставляя полученные данные в таблицу рис.2.2.1, получаем таблицу 2.2.37.

Таблица 2.2.37

3;15	2;150	2;95	3;55
2;30	1;165	2;110	3;70
1;80	1;220	1;165	2;125
P S	1;135	2;80	3;40

Из таблицы получаем $S_{21}=165$, $S_{22}=95$, $S_{23}=55$.

3. Решаем задачу выбора мероприятий для третьего фактора. Данные о мероприятиях приведены ниже.

Таблица 2.2.38

i	1	2	3	4	5	6
$a_i^B \times 100$	12	18	10	15	20	25
e_i^e	36	40	30	50	60	80
a_i^y	10	15	20	5	30	18
e_i^y	20	40	60	5	80	64

3.1. Решаем задачу уменьшения уровня вероятности. Имеем $A_{31}^e = 0,5$

и $A_{32}^e = 0,1$. Задача о ранце имеет вид:

$$36x_1 + 40x_2 + 30x_3 + 50x_4 + 60x_5 + 80x_6 \rightarrow \min$$

$$12x_1 + 18x_2 + 10x_3 + 15x_4 + 20x_5 + 25x_6 \geq 50$$

Оптимальное решение:

$x_1=0$, $x_2=0$, $x_3=1$, $x_4=0$, $x_5=0$, $x_6=0$ с затратами $S_{32}^y = 30$. Примем $S_{33}^y = 10$.

3.2. Решаем задачу уменьшения уровня ущерба. Имеем $A_{31}^e = 55$ и

$A_{32}^e = 25$. Задача о ранце имеет вид:

$$20x_1 + 40x_2 + 60x_3 + 5x_4 + 80x_5 + 64x_6 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 15x_2 + 20x_3 + 5x_4 + 30x_5 + 18x_6 \geq 55$$

Ее решение имеет вид:

$x_1=1, x_2=1, x_3=0, x_4=0, x_5=1, x_6=0$ с затратами $s_{31}^y = 140$.

Если $A_{32}^e = 25$, то оптимальное решение имеет вид:

$x_1=1, x_2=1, x_3=0, x_4=0, x_5=0, x_6=0$ с затратами $s_{32}^y = 60$. Примем $s_{33}^y = 45$.

Подставляя эти данные в таблицу рис.2.2.1, получаем таблицу 2.2.39.

Таблица 2.2.39

3;10	2;150	2;70	3;55
2;30	1;170	2;90	3;75
1;136	1;276	1;196	2;181
P S	1;140	2;60	3;45

Из таблицы получаем $S_{31}=170, S_{32}=70, S_{33}=55$.

4. Решаем задачу выбора мероприятия для четвертого фактора. Данные о мероприятиях приведены ниже.

Таблица 2.2.40

i	1	2	3	4	5	6
$a_i^B \times 100$	4	18	9	15	20	25
e_i^e	2	6	10	20	30	40
a_i^y	10	5	15	8	12	17
e_i^y	30	10	25	16	20	40

4.1. Решаем задачу уменьшения уровня вероятности от среднего до минимального. Имеем $A_{41}^e = 0,4$. Задача о ранце имеет вид:

$$2x_1+6x_2+10x_3+20x_4+30x_5+40x_6 \rightarrow \min$$

$$4x_1+18x_2+9x_3+15x_4+20x_5+25x_6 \geq 40$$

Оптимальное решение:

$x_1=0, x_2=1, x_3=1, x_4=1, x_5=0, x_6=0$ с затратами $s_{41}^e = 36$. Примем $s_{42}^e = 10$.

4.2. Решаем задачу уменьшения уровня ущерба от среднего до минимального. Имеем $A_{41}^6 = 25$. Задача о ранце имеет вид:

$$30x_1 + 10x_2 + 25x_3 + 16x_4 + 20x_5 + 40x_6 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 5x_2 + 15x_3 + 8x_4 + 12x_5 + 17x_6 \geq 25$$

Оптимальное решение:

$x_1=0, x_2=1, x_3=0, x_4=1, x_5=1, x_6=0$ с затратами $s_{41}^y = 46$. Примем $s_{42}^y = 20$.

Подставляя эти данные в соответствующую часть таблицы рис.2.2.1, получаем таблицу 2.2.41.

Таблица 2.2.41

2;10	1;56	2;30
1;36	1;82	1;56
P S	1;46	2;20

Из таблицы получаем $S_{41}=56, S_{42}=30$.

5. Решаем задачу выбора мероприятий для пятого фактора. Данные о мероприятиях приведены ниже.

Таблица 2.2.42

i	1	2	3	4	5	6
$a_i^B \times 100$	30	14	16	20	10	5
e_i^6	40	7	10	30	8	2
a_i^y	15	12	18	13	20	25
e_i^y	20	28	40	30	45	50

5.1. Решаем задачу уменьшения уровня вероятности. Имеем $A_{51}^6 = 45$,

$$A_{52}^6 = 5.$$

Задача о ранце имеет вид:

$$40x_1 + 7x_2 + 10x_3 + 30x_4 + 8x_5 + 2x_6 \rightarrow \min$$

$$30x_1 + 14x_2 + 16x_3 + 21x_4 + 10x_5 + 5x_6 \geq 45$$

Оптимальное решение:

$$x_1=0, x_2=1, x_3=1, x_4=0, x_5=1, x_6=1 \text{ с затратами } S_{51}^6 = 27 .$$

В случае $A_{52}^6 = 5$ оптимальное решение

$$x_1=0, x_2=0, x_3=0, x_4=0, x_5=0, x_6=1 \text{ с затратами } S_{52}^6 = 2 . \text{ Примем } S_{53}^6 = 21 .$$

5.2. Решаем задачу уменьшения уровня ущерба. Имеем $A_{51}^y = 40$,

$$A_{52}^y = 40 .$$

Задача о ранце имеет вид:

$$20x_1 + 28x_2 + 40x_3 + 30x_4 + 45x_5 + 50x_6 \rightarrow \min$$

$$15x_1 + 12x_2 + 18x_3 + 13x_4 + 20x_5 + 25x_6 \geq 40$$

Оптимальное решение:

$$x_1=1, x_2=1, x_3=0, x_4=1, x_5=0, x_6=0 \text{ с затратами } S_{51}^y = 78 .$$

В случае $A_{52}^y = 10$ оптимальное решение

$$x_1=1, x_2=0, x_3=0, x_4=0, x_5=0, x_6=0 \text{ с затратами } S_{52}^y = 20 . \text{ Примем } S_{53}^y = 7 .$$

Подставляя эти данные в соответствующую часть таблицы рис.2.2.1, получаем таблицу 2.2.43.

Таблица 2.2.43

3;1	2;79	2;21	3;8
2;2	1;80	2;22	3;9
1;27	1;105	1;47	2;34
P S	1;78	2;20	3;7

Из таблицы получаем $S_{51}=47$, $S_{52}=21$, $S_{53}=8$.

6. Решаем задачу выбора мероприятий для шестого фактора. Данные о мероприятиях приведены ниже.

Таблица 2.2.44

i	1	2	3	4	5	6
$a_i^B \times 100$	12	8	17	13	20	10
e_i^e	20	15	30	25	35	18
a_i^y	25	20	35	10	15	15
e_i^y	30	25	40	10	20	15

6.1. Решаем задачу уменьшения уровня вероятности. Имеем $A_{61}^e = 0,3$,
 $A_{62}^e = 0$.

Задача о ранце имеет вид:

$$20x_1 + 15x_2 + 30x_3 + 25x_4 + 35x_5 + 18x_6 \rightarrow \min$$

$$12x_1 + 8x_2 + 18x_3 + 13x_4 + 20x_5 + 10x_6 \geq 30$$

Оптимальное решение:

$$x_1=1, x_2=0, x_3=1, x_4=0, x_5=0, x_6=0 \text{ с затратами } S_{61}^y = 50.$$

В случае $A_{62}^e = 0$, то примем $S_{62}^y = 15$.

6.2. Решаем задачу уменьшения уровня ущерба. Имеем $A_{61}^y = 70$,

$$A_{62}^y = 40.$$

Задача о ранце имеет вид:

$$30x_1 + 25x_2 + 40x_3 + 10x_4 + 20x_5 + 15x_6 \rightarrow \min$$

$$25x_1 + 20x_2 + 35x_3 + 10x_4 + 15x_5 + 15x_6 \geq 70$$

Оптимальное решение:

$$x_1=1, x_2=0, x_3=1, x_4=1, x_5=0, x_6=0 \text{ с затратами } S_{61}^y = 80.$$

Если $A_{62}^y = 40$, то оптимальное решение

$$x_1=0, x_2=0, x_3=0, x_4=1, x_5=1, x_6=1 \text{ с затратами } S_{62}^y = 45. \text{ Примем } S_{63}^y = 25.$$

Подставляя эти данные в соответствующую часть таблицы рис.2.2.1, получаем таблицу 2.2.45.

Таблица 2.2.45

2;15	1;95	2;60	3;40
1;50	1;130	1;95	2;75
P / S	1;80	2;45	3;25

Из таблицы получаем $S_{61}=95$, $S_{62}=60$, $S_{63}=40$.

Ниже приведена таблица полученных значений S_{ij} , $j=1,2,3$, $i=\overline{1,6}$

Таблица 2.2.46

$j \backslash i$	1	2	3	4	5	6
1	345	165	170	56	47	95
2	190	95	70	30	21	60
3	100	55	55	-	8	40

Для определения оптимальной стратегии снижения риска поместим полученные данные в систему комплексного оценивания (рисунок 2.2.4) и применим алгоритм уменьшения степени оптимальности от максимального уровня до минимального с минимальными затратами. Результаты расчета представлены на рис.2.2.6.

Для определения стратегии уменьшения риска находим в верхней таблице V клетку с первым числом 1 и минимальным вторым числом. Это клетка (1;356). Ей соответствует клетка (2;176) таблицы III и клетка (1;180) таблицы IV. Клетке (2;176) таблицы III соответствует клетка (3;155) таблицы I и клетка (2;21) таблицы 46 для фактора 5. Клетке (3;155) таблицы I соответствует клетке (3;55) для третьего фактора и клетка (3;100) для первого фактора. Клетке (1;180) таблицы IV соответствует клетка (2;85) таблицы II и клетка (1;95) для шестого фактора. Наконец, клетке (2;85) таблицы II

соответствует клетка (3;55) для второго фактора и клетка (2;30) для четвертого фактора.

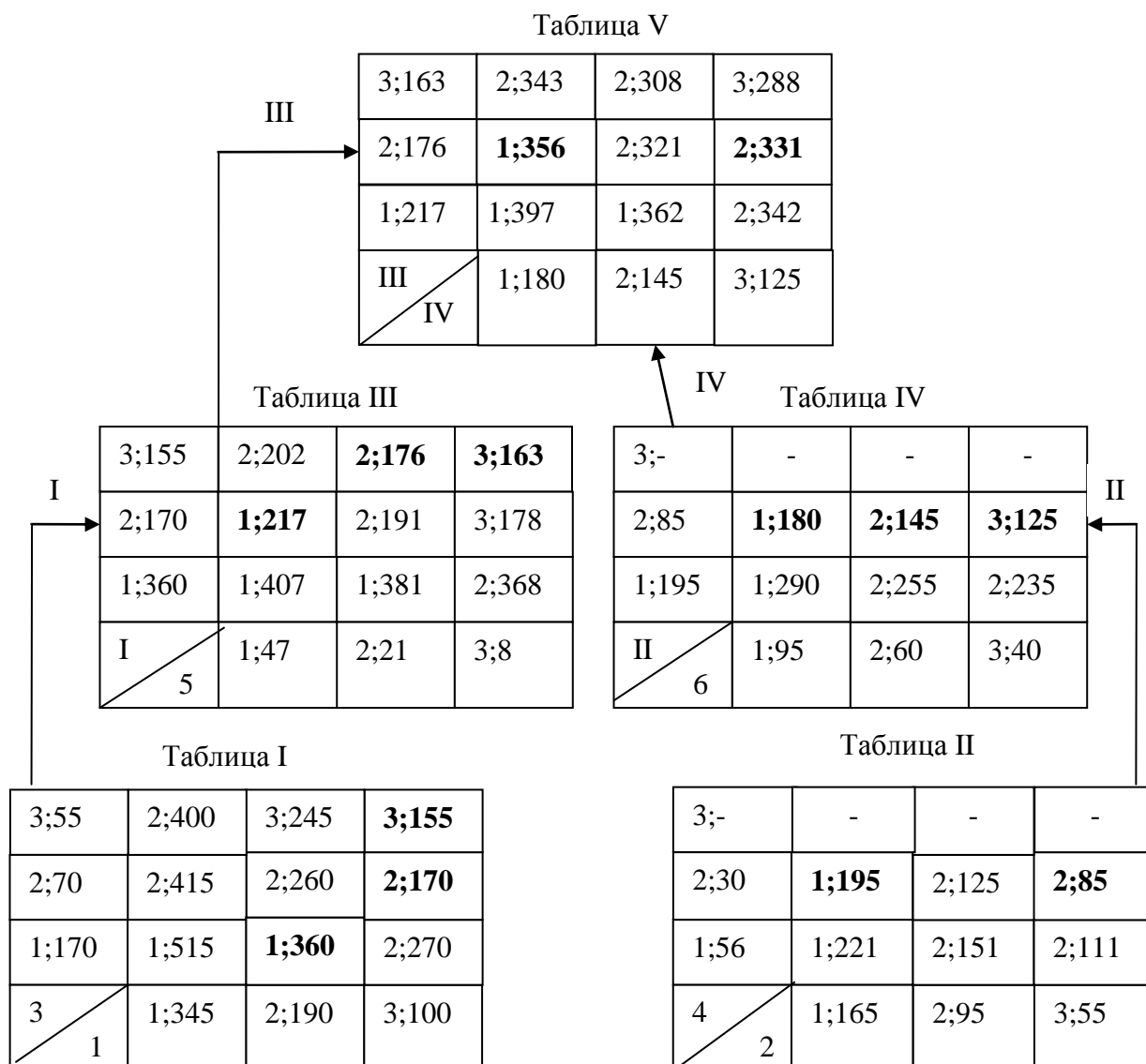


Рис.2.2.6. Результаты расчета комплексного оценивания

Получаем следующую стратегию уменьшения степени опасности до минимального уровня:

По первому фактору и вероятность и ущерб остаются на максимальном уровне

По второму фактору также и вероятность и ущерб остаются на максимальном уровне.

По третьему фактору также и вероятность и ущерб остаются на максимальном уровне.

По четвертому фактору и вероятность и ущерб остаются на среднем уровне.

По пятому фактору вероятность остается на максимальном уровне, однако, ущерб уменьшится до среднего уровня. Для этого проводится первое мероприятие таблицы 2.2.42.

По шестому фактору возможны два варианта действий.

По первому варианту вероятность останется на среднем уровне, ущерб снижается до минимального уровня. Для этого проводятся мероприятия по снижению ущерба первое, третье и четвертое (таблица 2.2.44).

По второму варианту вероятность уменьшается до минимального уровня, а ущерб - до среднего. Для этого проводятся мероприятия первое и третье по снижению вероятности (таблица 2.2.44) и мероприятие четвертое, пятое и шестое по снижению ущерба (таблица 2.2.44).

2.4. Учет многоцелевых мероприятий

Рассмотрим общий случай, когда имеются мероприятия, влияющие на снижение риска сразу по нескольким факторам, либо влияющие и на снижение вероятности и на снижение ущерба по одному фактору. Примером таких мероприятий могут служить мероприятия по обучению персонала мерам обеспечения производственной безопасности. Как правило, число таких многоцелевых мероприятий невелико. Поэтому алгоритм заключается в переборе всех вариантов вхождения многоцелевых мероприятий в программу. Если число многоцелевых мероприятий равно q , то число вариантов их вхождения в программу равно 2^q .

Рассмотрим сначала более простой случай, когда мероприятие влияет на снижение вероятности, и на снижение ущерба по одному и тому же фактору. Поскольку методы решения задач при заданном варианте вхождения

многоцелевых мероприятий остаются прежними, рассмотрим алгоритм на примере фактора 1 примера 3.

Пример 4. Пусть в таблице 16 мероприятия 5 и 6 являются многоцелевыми, то есть по сути дела это одно мероприятие 5 и одно мероприятие 6 с затратами, соответственно, 350 и 210. Рассмотрим четыре возможных варианта.

1. Ни одно из мероприятий не входит в программу.

В этом случае остаются четыре мероприятия 1,2,3 и 4.

Решим задачу выбора мероприятий по снижению уровня вероятности до

$$A_{11}^y = 0,7 .$$

$$25x_1 + 43x_2 + 18x_3 + 80x_4 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 20x_4 \geq 70$$

Эта задача не имеет решения.

Если $A_{12}^e = 0,3$, то решение

$$x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{12}^y = 86 . \text{ Примем } S_{13}^y = 40 .$$

Решим задачу выбора мероприятий по снижению уровня ущерба:

$$50x_1 + 100x_2 + 50x_3 + 40x_4 \rightarrow \min$$

$$20x_1 + 35x_2 + 15x_3 + 10x_4 \geq 80$$

Оптимальное решение:

$$x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 1 \text{ с затратами } S_{11}^y = 240 .$$

Если $A_{12}^y = 50$, то оптимальное решение

$$x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{12}^y = 150 . \text{ Примем } S_{13}^y = 60 .$$

Подставим в таблицу рис.1, получаем (табл.2.4.47).

Таблица 2.2.47

3;40	2;300	2;190	3;100
2;86	1;326	2;236	3;146
-	-	-	-
P S	1;240	2;150	3;60

Имеем: $S_{11}=326$; $S_{12}=190$; $S_{13}=100$.

2. Пятое мероприятие входит в программу, а шестое - не входит.

Решая задачу выбора мероприятий по снижению уровня вероятности:

$$25x_1+43x_2+18x_3+80x_4 \rightarrow \min$$

$$10x_1+15x_2+5x_3+20x_4 \geq 40$$

Правая часть ограничения равна 40, потому что снижение на 30 обеспечивает пятое мероприятие.

Оптимальное решение:

$$x_1=0, x_2=1, x_3=1, x_4=1 \text{ с затратами } S_{11}^6 = 141 .$$

Если $A_{12}^6 = 0,3$, то мероприятие 5 уже обеспечивает требуемое снижение вероятности и поэтому $x_1=0, x_2=0, x_3=0, x_4=0$. Затраты составляют $S_{12}^6 = 0$.

Примем $S_{13}^6 = 0$, т.к. затрат на пятое мероприятие достаточно для сохранения максимального уровня вероятности.

Решаем задачу по выбору мероприятий по снижению уровня ущерба.

$$50x_1+100x_2+50x_3+40x_4 \rightarrow \min$$

$$20x_1+35x_2+15x_3+10x_4 \geq 40$$

Оптимальное решение:

$$x_1=0, x_2=1, x_3=0, x_4=1 \text{ либо } x_1=1, x_2=0, x_3=1, x_4=1 \text{ с затратами } S_{11}^y = 140 .$$

Если $A_{12}^y = 50$, то оптимальное решение:

$$x_1=0, x_2=0, x_3=0, x_4=1 \text{ с затратами } S_{12}^y = 40 .$$

Подставляя эти данные в таблицу рис.2.2.1, получаем

Таблица 2.4.48

3;0	2;140	2;40	3;0
2;0	1;140	2;40	3;0
1;140	1;280	1;180	2;140
P S	1;140	2;40	3;0

Имеем: $S_{11}=140+350=490$;

$$S_{12} = 40 + 350 = 390;$$

$$S_{13} = 0 + 350 = 350.$$

3. Шестое мероприятие входит в программу, а пятое – не входит.

Решаем задачу выбора мероприятий по снижению уровня вероятности.

$$25x_1 + 43x_2 + 18x_3 + 80x_4 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 20x_4 \geq 60.$$

Допустимого решения не существует.

Если $A_{12}^6 = 0,3$, то оптимальное решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{12}^y = 60, S_{13}^y = 0.$$

Решаем задачу выбора мероприятий по снижению уровня ущерба.

$$50x_1 + 100x_2 + 50x_3 + 40x_4 \rightarrow \min$$

$$20x_1 + 35x_2 + 15x_3 + 10x_4 \geq 55.$$

Оптимальное решение:

$$x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 0, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{11}^y = 150.$$

Если $A_{12}^6 = 50$, то оптимальное решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 1 \text{ с затратами } S_{12}^y = 90, S_{13}^y = 0.$$

Подставляя эти данные в таблицу рис. 2.2.1, получаем

Таблица 2.2.49

3;0	2;150	2;90	3;0
2;60	1;210	2;150	3;60
1;-	-	-	-
P S	1;150	2;90	3;0

$$\text{Имеем: } S_{11} = 210 + 210 = 420;$$

$$S_{12} = 90 + 210 = 300;$$

$$S_{13} = 210.$$

4. Оба мероприятия 5 и 6 входят в программу.

Решаем задачу по выбору мероприятий по снижению уровня вероятности.

$$25x_1 + 42x_2 + 18x_3 + 80x_4 \rightarrow \min$$

$$10x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 20x_4 \geq 30$$

Оптимальное решение:

$$x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 1, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{11}^y = 150.$$

Если $A_{12}^e = 0,3$, то оптимальное решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{12}^y = 0. \text{ Очевидно } S_{13}^y = 0.$$

Решаем задачу выбора мероприятий по снижению уровня ущерба.

$$50x_1 + 100x_2 + 50x_3 + 40x_4 \rightarrow \min$$

$$20x_1 + 35x_2 + 15x_3 + 10x_4 \geq 15.$$

Оптимальное решение:

$$x_1 = 1, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0$$

либо

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{11}^y = 50.$$

Если $A_{12}^e = 50$, то оптимальное решение:

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 0 \text{ с затратами } S_{12}^y = 0, S_{13}^y = 0.$$

Подставляя эти данные в таблицу рис.2.2.1, получаем

Таблица 2.4.50

3;0	2;50	2;0	3;0
2;0	1;50	2;0	3;0
1;85	1;135	1;85	2;85
P / S	1;50	2;0	3;0

$$\text{Имеем: } S_{11} = 50 + 350 + 210 = 610;$$

$$S_{12} = 0 + 350 + 210 = 560;$$

$$S_{13} = 560.$$

Сравнивая все четыре варианта получаем:

$$S_{11} = \min (326; 490; 420; 610) = 326;$$

$$S_{12} = \min (190; 390; 300; 560) = 190;$$

$$S_{13} = \min (100; 350; 210; 560) = 100.$$

Таким образом, оптимальному варианту соответствует невключение в программу пятого и шестого мероприятия.

Аналогично решается задача, если имеются мероприятия, дающие вклад либо в уменьшение вероятности либо в уменьшение ущерба сразу по нескольким факторам.

2.5. Выводы по главе 2

1. Предложена интегральная оценка степени опасности на основе матричной свертки показателей ущерба и вероятности;

2. Поставлена задача снижения степени опасности рискованного события до требуемого уровня с минимальными затратами;

3. В случае, когда множество мероприятий по снижению ущерба и множество мероприятий по снижению вероятности задача сведена к задаче о ранце, для ее решения предложен метод дихотомического программирования;

4. Разработана система интегральной оценки риска на основе дерева свертки показателей и системы матриц задаваемых в каждой вершине дерева;

5. Предложен алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и минимального уровней с минимальными затратами, а также алгоритм снижения риска с минимальными затратами от максимального уровня степени опасности до среднего и минимального уровней для случая, когда имеются мероприятия влияющие на снижение риска сразу по нескольким факторам, либо влияющие и на снижение вероятности и ущерба по одному фактору. В основе алгоритма лежит перебор всех возможных вариантов вхождения в программу многоцелевых мероприятий.

ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

3.1. Постановка задачи

Рассматривается задача синтеза системы стимулирования для простого активного элемента, состояние которого является случайной величиной, принимающей конечное число значений. Получены условия, определяющие выгодный для элемента план.

Чтобы совершенствовать уже существующие экономические регуляторы и осуществлять экспериментальную проверку теоретических результатов и практических предложений по созданию новых экономических механизмов, необходимо применение игрового имитационного моделирования.

Подобный игровой подход облегчает работникам-практикам освоить новые экономические механизмы и приобрести опыт в их применении.

Во время проведения имитационной игры изучается работа моделируемой системы за определенный период времени. Этот период рассматривается как одна партия, при этом механизм функционирования постоянен и не изменен при переходе от одного периода к другому.

В имитационных играх, функция активных элементов, отводится игрокам, они же принимают решения.

Как и большинство игр, связанных с анализом организационных и экономических механизмов, каждая партия имитационной игры проводится в три этапа:

1. Сбор, обработка и анализ данных – ведущему игры ставится задача сбора требуемой информации;

2. Разработки стратегии и планирования – после обработки и анализа полученных данных принимается управленческое решение;

3. Реализация – на данном этапе определяются значения целевых функций игроков (их выигрыши).

3.2. Разработка программы снижения рисков.

На основе экспертных методов были определены риски по шести основным критериям (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1

№ п/п	Риски	Вероятность	Ущерб, млн.руб.
1	Невостребованность продукции	0,4	135
2	Неисполнение хоздоговоров	0,4	4
3	Усиление конкуренции	0,7	45
4	Технологические сбои	0,6	14
5	Транспортные риски	0,8	0,6
6	Потеря имущества	0,3	50

Примем следующие граничные значения шкал:

по вероятности $B_1^e = 0,2$; $B_2^e = 0,6$

по ущербу $B_1^y = 10$; $B_2^y = 50$.

Переводим оценки вероятности и ущерб в качественную шкалу q_i^e и q_i^y .

Таблица 3.2.2

i	1	2	3	4	5	6
q_i^e	2	2	3	2	3	2
q_i^y	3	1	2	2	1	2

Определим степень опасности по факторам согласно главе 2 рис. 2.2.1.

Таблица 3.2.3

Фактор	1	2	3	4	5	6
Степень опасности	3	1	2	2	2	2

Согласно этой таблице фактор 1 имеет максимальную степень опасности, факторы 3,4,5,6 – среднюю, а фактор 2- низкую степень опасности.

В таблице 3.2.4 приведены уменьшения вероятностей и ущербов, минимально необходимые для перевода факторов в категории с низкой или средней степенью опасности.

Таблица 3.2.4

i	1	2	3	4	5	6
A_{i1}^e	0,2	0,2	0,5	0,4	0,6	0,1
A_{i2}^e	0	0	0,1	0	0,2	0
A_{i1}^y	125	0	35	4	0	40
A_{i2}^y	85	0	0	0	0	0

Для каждого критерия имеются по два мероприятия (одно по снижению вероятности, а второе – по снижению ущерба).

В таблице 3.2.5 приведены экспертные данные по мероприятиям по снижению вероятности, а в таблице 3.2.6 – по снижению ущерба.

Таблица 3.2.5

№ п/п	Фактор	Мероприятие	Затраты, млн руб.	Эффект
1	Невостребованность продукции	Предоставление рассрочки по платежам	1	0,3
2	Неисполнение хоздоговоров	Увеличение запасов на складе готовой продукции	0,1	0,2
3	Усиление конкуренции	Активный маркетинг	1	0,1

№ п/п	Фактор	Мероприятие	Затраты, млн руб.	Эффект
4	Технологические сбои	Профилактика оборудования	2	0,4
5	Транспортные риски	Увеличение запасов сырья и материалов	3	0,2
6	Потеря имущества	Усиление ответственности	0,5	0,1

Таблица 3.2.6

№ п/п	Фактор	Мероприятие	Затраты, млн руб.	Эффект
1	Невостребованность продукции	Продажа по сниженным ценам	1,5	90
2	Неисполнение хоздоговоров	Усиление юридической службы	0,5	2
3	Усиление конкуренции	Диверсификация производства	10	35
4	Технологические сбои	Усиление ремонтных бригад	3	4
5	Транспортные риски	Сотрудничество с поставщиками предлагающие аналогичные товары и услуги	0,2	0,4
6	Потеря имущества	Страхование имущества	5	40

Затраты на поддержание существующего уровня вероятности и ущерба внесены в таблицу 3.2.7.

Таблица 3.2.7

№ п/п	Фактор	Затраты на поддержание существующего уровня вероятности и ущерба	
		по вероятности	по ущербу
1	Невостребованность продукции	0,1	-
2	Неисполнение хоздоговоров	0,2	0,1
3	Усиление конкуренции	-	0,4
4	Технологические сбои	0,2	0,3
5	Транспортные риски	-	0,1
6	Потеря имущества	0,1	0,2

Определим минимальные затраты, требуемые для снижения опасности для каждого Фактора.

Фактор 1 (Невостребованность продукции). Степень опасности по этому фактору согласно таблице 3 равна 3 (высокая степень опасности).

Если не выполнять ни одного мероприятия, то потребуются затраты только на поддержание этого уровня.

Примем эти затраты равными 0,1 млн.руб. по поддержанию среднего уровня вероятности (экспертная оценка).

Имеем четыре варианта действий:

1. Не включать в программу ни одного мероприятия из двух. В этом случае степень опасности останется на уровне 3, а затраты составят 0,1 млн.руб.

2. Включить в программу только мероприятие по снижению уровня вероятности до низкого уровня. В этом случае получаем низкий уровень по вероятности и высокий уровень по ущербу, что в соответствии с таблицей рис. 1 дает степень опасности 2. Затраты составят 1 млн.руб.

3. Включить в программу только мероприятие по снижению ущерба до низкого уровня. В этом случае получаем средний уровень и по вероятности и по ущербу, что дает нам степень опасности 2. Затраты составят 1,5 млн.руб.+0,1млн.руб.=1,6 млн.руб.

4. Включить в программу оба мероприятия и по снижению уровня вероятности и по снижению ущерба. В этом случае получаем низкий уровень по вероятности и средний уровень по ущербу, что дает степень опасности 1 при затратах 1 млн.руб. +1,5 млн.руб. =2,5 млн.руб.

Очевидно, что из второго и третьего вариантов действий, дающих степень опасности 2, выгоднее второй вариант с меньшими затратами.

В результате получаем минимальные затраты s_{1j} по уменьшению и сохранению опасности по первому фактору.

$$S_{11}=2,5; S_{12}=1,0; S_{13}=0,1.$$

Фактор 2 (Неисполнение хоздоговоров). Степень опасности низкая, поэтому затраты нужны только для поддержания низкого уровня. Примем, что экспертная оценка затрат на поддержание оценки 2 (средний уровень) по вероятности равна 0,2 млн.руб., а по ущербу – 0,1 млн.руб. Следовательно, затраты на поддержание нужной степени опасности составят 0,3 млн.руб.

$$S_{21}=0,3.$$

Фактор 3 (Усиление конкуренции). Степень опасности средняя, причем оценка по вероятности высокая, а по уровню ущерба средняя. Возможны такие четыре варианта:

1. Ни одного из мероприятий не включено в программу. Затраты требуются только на поддержание среднего уровня по ущербу. Экспертная оценка этих затрат 0,4 млн.руб.

2. В программу включено мероприятие по снижению уровня вероятности до средней величины с затратами 1,0 млн.руб. Степень опасности 2,0. Имеем

$$S_{32}=1+0,4=1,4 \text{ млн.руб.}$$

3. В программу включено только мероприятие по снижению ущерба до низкого уровня с затратами 10 млн.руб. Степень опасности при этом равна 2. Все три варианта имеют оценку степени опасности 2. Поэтому выбираем первый вариант с затратами 0,4 млн.руб.

4. В программу включены оба мероприятия с затратами $10+1=11$ млн.руб. Степень опасности равна 1. Имеем

$$S_{32}=0,4; S_{31}=11,0.$$

Фактор 4 (Технологические сбои). Степень опасности средняя, причем и оценка уровня вероятности и оценка уровня ущерба также средние. Возможны такие варианты:

1. Ни одного из мероприятий не включать в программу. Экспертные оценки по поддержанию среднего уровня по вероятности и по ущербу равны, соответственно 0,2 и 0,3.

2. В программу включено мероприятие по уменьшению вероятности до низкого уровня с затратами 2,0 млн.руб. Степень опасности равна 1,0.

3. В программу включено мероприятие по уменьшению ущерба до низкого уровня с затратами 3,0 млн.руб. Степень опасности 1,0.

Четвертый вариант можно не рассматривать поскольку мы уже имеем низкий уровень степени опасности. Имеем

$$S_{42}=0,5; S_{41}=2,0.$$

Фактор 5 (Транспортные риски). Степень опасности средняя, причем уровень по вероятности высокий, а уровень по ущербу низкий. Возможны такие варианты:

1. В программу не включено ни одно из мероприятий. Экспертная оценка затрат на поддержание низкого уровня по ущербу равна 0,1 млн.руб.

2. В программу включено мероприятие по снижению вероятности до среднего уровня с затратами 3,0 млн.руб.

$$\text{Имеем } S_{52}=0,1; S_{51}=3,0.$$

Фактор 6 (Потеря имущества). Степень опасности средняя, причем уровень вероятности и ущерба также имеют средние оценки. Возможны такие варианты:

1. В программу не включено ни одного из мероприятий. Экспертные оценки затрат на поддержание среднего уровня по вероятности и по ущербу равны, соответственно 0,1 и 0,2.

2. В программу включено мероприятие по снижении вероятности до низкого уровня с затратами 3 млн.руб. Степень опасности 1,0.

3. В программу включено мероприятие по снижению ущерба до низкого уровня с затратами 5,0 млн.руб. Степень опасности 1,0. Имеем

$$S_{62}=0,3; S_{61}= 3,0+0,2=3,2 \text{ млн.руб.}$$

Все полученные значения s_{ij} сведем в таблицу 3.2.8.

Таблица 3.2.8

$i \backslash j$	1	2	3
1	2,5	1,0	0,1
2	0,3	-	-
3	11,0	0,4	-
4	2,0	0,5	-
5	3,0	0,1	-
6	3,2	0,3	-

Формируется и утверждается система комплексного оценивания состоящая из пяти матриц по структурной схеме, аналогичной рис.2.2.4.

Решаем задачу формирования программы, обеспечивающей снижение степени опасности до низшего уровня с минимальными затратами.

1 шаг. Рассматриваем таблицу I свертки факторов 1 и 3, подставляем в нее полученные значения s_{1j} и s_{3j} из таблицы 3.2.8.

Таблица I

2; 0,4	2; 2,9	2; 1,4	3; 0,5	=>	3	0,5
2; 14,5	2; 13,5	2; 14,5	2; 11,1		2	1,4
3 / 1	2; 2,5	2; 1	3; 0,1		1	13,5

Первое число в каждой клетке это сообщенная оценка, а второе – затраты.

В результирующей таблице справа приведены минимальные затраты на получение соответствующей оценки.

2 шаг. Рассматриваем таблицу II свертки критериев 2 и 4.

Таблица II

1; 0,3	1; 2,3	1; 0,8	=>	1	0,8
2 / 4	1; 2,0	2; 0,5			

3 шаг. Рассматриваем таблицу III свертки факторов 5 и обобщенного фактора I.

Таблица III

3; 0,5	2; 3,5	3; 0,6	=>	3	0,6
2; 1,4	1; 4,4	2; 1,5		2	1,5
1; 13,5	1; 16,5	2; 13,5		1	4,4
I / 5	1; 3,0	2; 0,1			

4 шаг. Рассматриваем таблицу IV свертки фактора 6 и обобщенного фактора II.

Таблица IV

1; 0,8	1; 4,0	2; 1,1	=>	2	1,1
II / 6	1; 3,2	2; 0,3		1	4,0

5 шаг. Рассматриваем таблицу V свертки фактора 6 и обобщенного фактора III и IV.

Таблица V

2;1,1	2;5.5	2;2,6	3;1,7
1;4,0	1;8.4	2;5,5	3;4,6
IV / III	1;4.4	2;1,5	3;0,6

Оптимальному решению соответствует клетка, у которой минимальное второе число (затраты) среди клеток, у которых первое число равно 1 (в данном случае такая клетка одна). Само решение находим методом «обратного хода».

Клетке (1;8,4) таблицы V соответствует клетка (1; 4,0) таблицы IV и клетка (1; 4,4) таблицы III.

Клетке (1; 4,0) таблицы IV соответствует клетка (1; 0,8) таблицы II и вариант (1; 3,2) по шестому фактору, то есть включение в программу мероприятия по снижению вероятности до низкого уровня по фактору 6.

Клетке (1; 4,4) таблицы III соответствует клетка (2; 1,4) таблицы I и вариант (1; 3,0), то есть снижение опасности по пятому фактору до низкого уровня за счет включения в программу мероприятия по снижению вероятности до среднего уровня по пятому фактору.

Клетке (1; 0,8) таблицы II соответствует сохранение степени опасности по факторам 2 и 4 на прежнем уровне.

Клетке (2; 1,4) таблицы I соответствует сохранение степени опасности по фактору 3 на прежнем уровне и снижение степени опасности по фактору 1 до среднего уровня за счет включения в программу мероприятия по снижению вероятности до низкого уровня.

Окончательно получаем следующую программу снижения риска:

1. Представление рассрочки по платежам. Затраты на соответствующее мероприятие составляют 1,0 млн. руб., ожидаемый эффект – снижение

вероятности неостребованности продукции до 0,1, что соответствует низкому риску.

2. Увеличение запасов продукции на складе, что снизит вероятность нехватки сырья и материалов для производства по причине транспортных рисков до среднего уровня.

3. Разработка мер по улучшению ответственности персонала за сохранность имущества, что снизит вероятность потерь имущества до низкого уровня.

Данная программа принята руководством предприятия в качестве первоочередных мер по снижению рисков.

Заметим, что все мероприятия направленных на предупреждение наступления рисковогого события, что подтверждает вывод из практики, что выгоднее уменьшить вероятность наступления рисковогого события, чем уменьшать ущерб при его наступлении.

Механизм встречных планов и опережающего самоконтроля для стимулирования уменьшения ожидаемого ущерба.

Для организации работ по снижению ущерба создается комиссия приказом директора. Комиссия организует сбор мероприятий по подразделениям, они заполняют таблицы мероприятий (таблицы 3.2.5 и 3.2.6), создается экспертная группа по оценке вероятностей, ущербов, а также затрат на проведение мероприятий.

Комиссия формирует систему комплексного оценивания, которая утверждается руководством предприятия и разрабатывает программу снижения рисков, утверждаемая руководством предприятия.

Для повышения объективности данных и стимулирования подразделений к снижению риска разрабатывается положение по механизму встречного планирования и механизму опережающего самоконтроля, которые подробно описываются в учебном пособии «Механизмы управления» под редакцией Д.А Новикова, в монографии В.Н. Буркова и

Новикова Д.А. «Как управлять организациями», и многих других научных изданиях.

Механизм встречных планов для стимулирования уменьшения ожидаемого ущерба, то есть включение вероятности наступления и ущерба при наступлении события.

В механизме стимулирования встречных планов агент поощряется за сообщение центру более выгодного для центра (то есть согласованного с интересами центра), но напряженного для себя «встречного плана». То есть, чем ближе встречный план к наиболее выгодному для центра значению плана, тем большее поощрение назначается агенту. Отметим, что для того, чтобы заинтересовать агента выбрать более напряженный план, следует сильнее стимулировать за более высокий сообщаемый план, нежели чем за его перевыполнение.

Стимулирование за перевыполнение плана состоит из двух частей – стимулирования за результат и штрафа за то, что этот результат не запланирован (штраф за перевыполнение). Оказывается, что отношение норматива штрафа за выполнение плана к сумме нормативов штрафов за невыполнение и перевыполнение равно напряженности плана – «вероятности» его невыполнения. Меняя соотношение нормативов штрафов, центр может управлять уровнем напряженности плана.



Рис. 3.2.1. Вход-выходная схема

Алгоритм применения механизма

1 шаг. Найти измеряемую численную характеристику деятельности подразделения (в данном случае затраты на уменьшение ущерба и вероятности).

2 шаг. Настроить функцию стимулирования под возможности конкретного подразделения, то есть выбрать уровень фиксированной заработной платы, ставку вознаграждения за напряженность плана, премию за перевыполнение плана и штраф за невыполнение плана.

3 шаг. Сообщить систему стимулирования подразделению.

4 шаг. Получить от подразделения предлагаемый им план, либо некоторую информацию, на основе которой руководитель может определить предпочитаемый подразделением план.

5 шаг. Назначить подразделению предложенный им план.

6 шаг. Получить информацию о действии подразделения.

7 шаг. Выплатить вознаграждение и удержать штрафы в соответствии с назначенной системой стимулирования.

Пример. По первому фактору (невостребованность продукции) ответственность, согласно организационной структуре управления, несет маркетинговый отдел (подразделение), который сообщает, что ожидаемый ущерб равен 135 млн.руб. (таблица 3.2.1) за год. По прошествии года ущерб на самом деле оказался равен 100 млн.руб., что является ниже ожидаемого ущерба. За эту разницу подразделение получает вознаграждение.

Чем меньше ущерб, тем больше должно быть стимулирование. На рис. 3.2.2 отводится кривая стимулирования. Подразделение утверждает, что ожидаемый ущерб не будет превышать 135 млн.руб., если он выполнит норму, то получает стимулирование в размере АВ. Если же подразделению удалось снизить размер ущерба, например, до 100 млн.руб., то оно получает размер стимулирования больше (отрезок БО на рис.3.2.2), но меньше, чем если бы он сказал об этом раньше – это и есть встречный план. Если же

размер ущерба оказался выше 135 млн.руб., например, 150 млн.руб., то они получают меньшее вознаграждение (отрезок ОВ на рис.3.2.2).

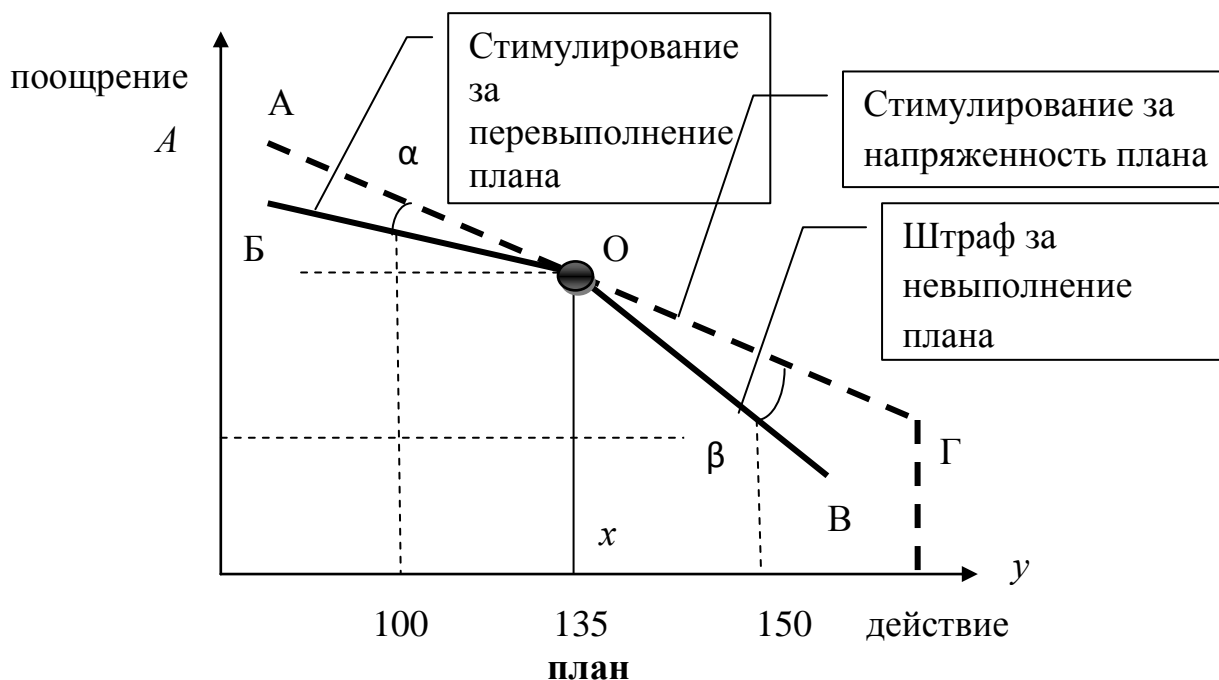


Рис. 3.2.2. Функция стимулирования встречных планов

где: x – план; y – реализация плана

$$(A - ky) \begin{cases} \alpha (x - y), \text{ если } y \leq x \\ \beta (y - x), \text{ если } y \geq x. \end{cases}$$

$$\frac{\mu (y - x)}{\eta (x - y)}$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\mu}{\eta}$$

Таким образом:

$$F(x) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

где: $F(x)$ – план выгодный для предприятия

В работе предложен метод определения оптимальных с точки зрения предприятия коэффициентов α и β для дискретного случая. Показано, что оптимальное отношение нормативов α и β равно отношению удельных потерь предприятия от перевыполнения и невыполнения плана.

Эффективность от внедрения механизма заключается в увеличении прибыли центра за счет принятия агентом напряженного плана и его выполнения, повышение точности планирования за счет принятия предложенных агентом планов.

Механизм опережающего самоконтроля предназначен для своевременного информирования руководства о возможных отклонениях от плана. Данный механизм применяется совместно с механизмом встречного планирования.

Задача структурных подразделений – как можно раньше сообщать изменившуюся информацию по выполнению планового задания, чтобы он как можно раньше осуществил корректировку плана и снизил потери. Чем раньше будет проинформирован руководитель, тем меньшие штрафные санкции получают структурные подразделения.

Алгоритм применения механизма

1 шаг. Руководитель сообщает исполнителям параметры механизма (нормативы, штрафы за невыполнение плана и за корректировку плана).

2 шаг. Исполнители, исходя из прогноза реализации плана и принятой системы стимулирования, определяют величину необходимой корректировки плана и сообщают ее руководителю.

3 шаг. Руководитель утверждает корректировку плана (или принимает меры по ликвидации отклонений от плана) и рассчитывает величину штрафных санкций.

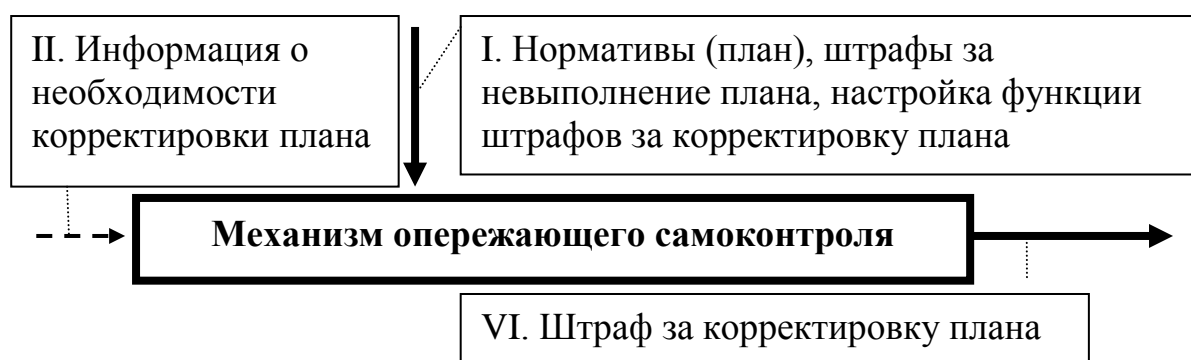


Рис. 3.2.3. Вход-выходная схема

Рассмотрим простую модель с механизмом опережающего самоконтроля. Обозначим x – плановый объем работ в периоде T , y – фактический выполненный объем работ по проекту (случайная величина), $F_\tau(y)$ – функция распределения y в рассматриваемый момент $\tau < T$ (T – планируемый период). Пусть в момент τ подразделение имеет право скорректировать свой план x . Обозначим v_τ – скорректированный план, $\varepsilon_\tau(v_\tau - x)$ – штраф за корректировку плана. При невыполнении плана в момент T подразделение штрафуется на величину [2].

$$\chi(y, v_\tau) = \begin{cases} \alpha(v_\tau - y), & v_\tau \geq y \\ \beta(y - v_\tau), & v_\tau \leq y \end{cases} \quad (3.2.1)$$

Наконец, при выполнении объема работ y подразделение получает оплату λy (будем считать без ограничения общности, что $\lambda = 1$). Окончательно получаем интересы подразделения в момент корректировки плана описываются выражением:

$$f(x, v_\tau, y) = y - \chi(v_\tau, y) - \varepsilon_\tau(v_\tau - x) \quad (3.2.2)$$

Найдем максимум математического ожидания этой величины, предполагая, что

$$\varepsilon_\tau(z_\tau) = \begin{cases} \gamma z_\tau \frac{\tau}{T}, & z_\tau \geq 0 \\ -\theta z_\tau \frac{\tau}{T}, & z_\tau \leq 0 \end{cases} \quad (3.2.3)$$

Условия оптимальности оценки v_τ имеют вид:

$$\begin{cases} F_\tau(v_\tau) = \frac{\beta - \gamma \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta}, & \text{если } F_\tau(x) < \frac{\beta - \gamma \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta} \\ F_\tau(v_\tau) = \frac{\beta + \theta \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta}, & \text{если } F_\tau(x) > \frac{\beta + \theta \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta} \\ v_\tau = x, & \text{если } \frac{\beta - \gamma \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta} \leq F_\tau(x) \leq \frac{\beta + \theta \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta} \end{cases} \quad (3.2.4)$$

Здесь мы учитываем, что в начальный момент $\tau = 0$ агент принимает на себя объем работ x , обеспечивающий максимум ожидаемой величины его дохода $y - \chi(x, y)$, то есть, удовлетворяющий условию $F_0(x) = \frac{\beta}{\alpha + \beta}$.

Анализируя полученный результат можно сделать вывод: при незначительном изменении $F_\tau(y)$ от $F(y)$ план не корректируется, т.к. это не выгодно не только подразделению, но и самом руководству, поскольку эти незначительные отклонения устраняются в ходе дальнейшей работы. Если же отклонения значительны, то необходимо производить корректировку плана. Чем раньше будет скорректирован план, тем меньше штраф.

Заметим, что на выбранный план x , в начале периода, корректировка плана не влияет.

В случае нескольких корректировок в разные моменты $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s$, для рассматриваемой кусочно-линейной функции штрафа решение о корректировке плана в любой момент времени принимается на основе выражений (3.2.3)-(3.2.4), как если бы мы имели дело с единственной корректировкой.

При выборе выпуклых функций штрафа за корректировку плана, происходит эффект растягивания на несколько этапов, при котором подразделения, чтобы не получать больших штрафов, имеют возможность проводить несколько небольших корректировок в последовательные моменты времени.

Применение вогнутых функций штрафа за корректировку имеет свои минусы. При таких функциях штрафа подразделению нелегко определить оптимальную величину корректировки плана. Поэтому в механизм опережающего самоконтроля целесообразно применять кусочно-линейные функции штрафов. [2]

Пример. Рассмотрим ситуацию, когда подразделение объявляет план ожидаемого ущерба на год 135 млн.руб. Раз в квартал руководство дает возможность подразделению проводить переоценку плана. По прошествии

полгода ситуация изменилась и подразделение сообщает новый план, например, 90 млн.руб., то есть ситуация изменилась в лучшую сторону. Руководитель предоставляет подразделению возможность переоценки плана в лучшую сторону, но так как подразделение дало эту оценку с опозданием, то берется штраф за переоценку. Или же наоборот ситуация через полгода ухудшилась и подразделение сообщает, что ожидаемый уровень ущерба составит 150 млн.руб., руководитель также предоставляет подразделению возможность переоценки плана, но с агента берется штраф за переоценку.

Если привязать данный пример к выпуску продукции, то можно рассчитать следующее: цех по плану должен выпустить 18000м^3 газосиликатных блоков за 30 дней. На 10 день начальник цеха убеждается, что реально удастся выпустить только 16000 м^3 блоков.

Норматив штрафа за невыполнение плана на единицу составляет 300 руб./ м^3 , а норматив штрафа за корректировку плана на единицу составляет $a = 30 \left(\frac{\tau}{T} \right)$, где τ - время, прошедшее с начала планового периода, а T – длительность планового периода.

В нашем случае $a = 300 \left(\frac{10}{30} \right) = 100$ руб. за м^3 .

Если не корректировать план, то штраф составит $30 \times 100 = 3000$ руб. При корректировке плана штраф составит $10 \times 100 = 1000$ руб., то есть много меньше 3000 руб. Если корректировку сделать позже, например на 20 дней, то $a = 300 \left(\frac{20}{30} \right) = 200$ руб./ м^3 , а штраф – $20 \times 100 = 2000$ руб.

Очевидно, что механизм опережающего самоконтроля может применяться и в системах контроля сроков реализации операций проекта, а также других плановых показателей, что существенно позволит снизить уровень возникновения рисков ситуаций.

3.3. Дискретные системы стимулирования простого активного элемента

Понятие простого активного элемента было предложено еще в семидесятих годах прошлого века [1]. Это активный элемент (АЭ), состояние которого является случайной скалярной величиной с известным АЭ семейством распределений. Семейство распределений определяется способностью АЭ ограничивать состояние некоторой величиной, если ему не выгодно выбирать состояние, превышающую эту границу. В дальнейшем будем предполагать, что целевая функция АЭ является монотонно-возрастающей по состоянию. В этом случае граница, очевидно, равна бесконечности. Для случая, когда состояние АЭ является непрерывной величиной с распределением $F(y)$, а функция штрафа за отклонение состояния y от плана x является кусочно-линейной вида:

$$\chi(x, y) = \begin{cases} \alpha(x - y), & \text{если } y \leq x \\ \beta(y - x), & \text{если } y \geq x \end{cases} \quad (3.3.1)$$

было получено уравнение, определяющее план, обеспечивающий максимум ожидаемой величины целевой функции АЭ [1]

$$F(x) = \frac{\beta}{\alpha + \beta}. \quad (3.3.2)$$

Из этого уравнения следует, что Центр (Ц) может обеспечить любую требуемую надежность сообщаемого АЭ плана, даже не зная функции распределения $F(y)$. На основе этого свойства был разработан механизм встречного планирования, входящий в состав базовых механизмов управления [2]. В статье результаты [1] обобщаются на случай АЭ с дискретными состояниями.

Описание модели

Рассмотрим АЭ, состояние которого принимает n возможных значений.. Обозначим p_i вероятность состояния i , ($i = \overline{1, n}$),

$$F_i = \sum_{j=1}^{i-1} p_j \quad (3.3.3)$$

функцию распределения состояния (вероятность того, что состояние элемента будет меньше, чем i).

Рассмотрим функцию штрафа за отклонение состояния j от плана i

$$\chi(i, j) = \begin{cases} \alpha(i - j), & \text{если } j \leq i \\ \beta(j - i), & \text{если } j \geq i \end{cases} \quad (3.3.4)$$

Задача заключается в определении плана i , обеспечивающего минимум ожидаемой величины штрафа

$$\Delta(i) = \alpha \sum_{j=1}^{i-1} (i - j)p_j + \beta \sum_{j=i+1}^n (j - i)p_j \quad (3.3.5)$$

Условия оптимальности

Определим разность

$$\begin{aligned} \Delta(i+1) - \Delta(i) &= \alpha \left[\sum_{j=1}^i (i+1 - j)p_j - \sum_{j=1}^{i-1} (i - j)p_j \right] + \beta \left[\sum_{j=i+2}^n (j - i - 1)p_j - \sum_{j=i+1}^n (j - i)p_j \right] = \\ &= \alpha F_{i+1} - \beta(1 - F_{i+1}) = (\alpha + \beta)F_{i+1} - \beta \end{aligned} \quad (3.3.6)$$

Для того чтобы состояние i было выгодно для АЭ необходимо и достаточно выполнение условий

$$\Delta(i) - \Delta(i-1) \leq 0$$

$$\Delta(i+1) - \Delta(i) \geq 0$$

или

$$(\alpha + \beta)F_i - \beta \leq 0$$

$$(\alpha + \beta)F_{i+1} - \beta \geq 0,$$

что легко свести к неравенствам

$$F_i \leq q \leq F_{i+1}, \quad (3.3.7)$$

где $q = \frac{\beta}{\alpha + \beta}$.

Покажем, что если $F_i \neq q$, $i = \overline{1, n}$, то существует единственное i , удовлетворяющее (7).

Заметим, во-первых, что (3.3.6) является возрастающей функцией i , поскольку все $p_i > 0$. Далее, если

$$(\alpha + \beta)p_1 \geq \beta,$$

то состояние 1 является самым выгодным. Если

$$(\alpha + \beta)p_1 < \beta,$$

то найдется единственный номер i , удовлетворяющий (3.3.7), если

$$(\alpha + \beta)F_n - \beta \geq 0$$

если

$$(\alpha + \beta)F_n - \beta < 0,$$

то состояние n является самым выгодным.

Оптимизация по стоимости

Рассмотрим задачу обеспечения выгодности для АЭ реализации некоторого состояния i . Если $F_i \leq q$, то проблем не возникает, поскольку АЭ выгодна реализация состояния, не меньшего, чем i . Проблема возникает в случае, если $F_i > q$. В этом случае необходимо уменьшить F_i .

Пусть имеются m мероприятий, реализация которых позволяет уменьшить вероятность достижения состояний, не больших чем i .

Обозначим α_j эффект от j -го мероприятия (уменьшение F_i при реализации i -го мероприятия), c_j - затраты на реализацию j -го мероприятия, $j = \overline{1, m}$. Обозначим далее $z_j = 1$, если j -ое мероприятие включено в план мероприятий, $z_j = 0$, в противном случае.

Постановка задачи. Определить z_j , $j = \overline{1, m}$, минимизирующие

$$\sum_j c_j z_j \tag{3.3.8}$$

при ограничении

$$\sum_j \alpha_j z_j \geq F_i - q = A. \quad (3.3.9)$$

Это классическая задача о ранце, для решения которой при целочисленных z_j эффективным является метод дихотомического программирования [3].

Пример 1. Имеются шесть мероприятий, данные о которых приведены ниже.

Таблица 3.3.1

i	1	2	3	4	5	6
$\alpha_i \cdot 100$	3	6	4	7	8	9
c_i	2	5	1	3	4	3

Примем $n=6$, $F_1 = 0,1$, $F_2 = 0,25$, $F_3 = 0,5$, $F_4 = 0,6$, $F_5 = 0,8$, $F_6 = 1$, $q=0,3$. Пусть требуемое состояние $i=3$. Имеем $A = 100 (F_i - q) = 20$.

Возьмем дихотомическое представление задачи в виде (рис. 3.3.1).

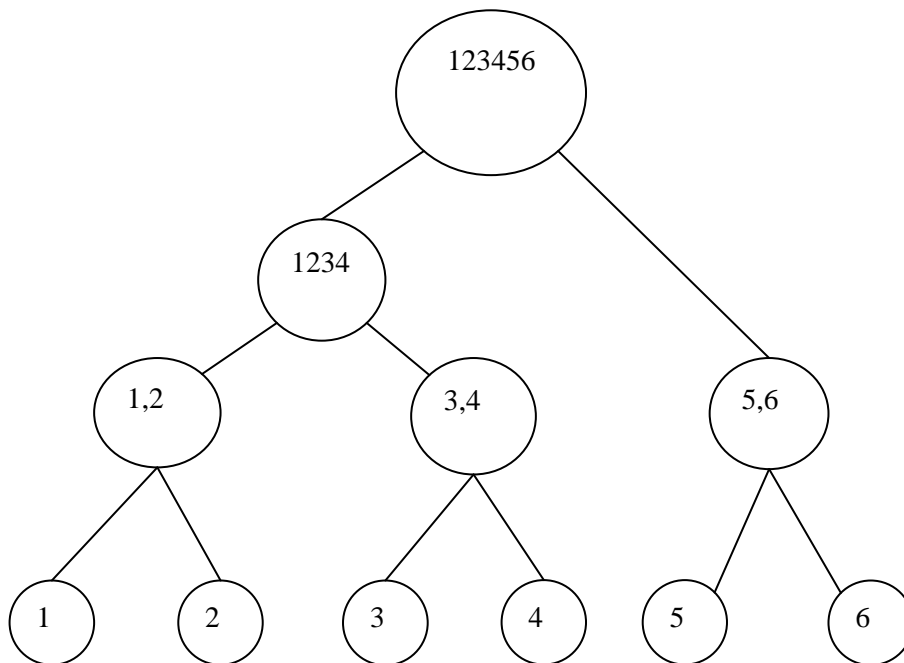


Рис. 3.3.1 Дихотомическое представление задачи

1 шаг. Решаем задачу для состояний 1 и 2. Решение приведено в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2

1	6;5	9;7
0	0;0	3;2
2 1	0	1

Первое число в таблице равно эффекту, а второе – затратам. Результаты приведены в таблице 3.3.3.

Таблица 3.3.3

вариант	0	1	2	3
эффект	0	3	6	9
затраты	0	2	5	7

2 шаг. Решаем задачу для состояний 3 и 4. Решение приведено в таблице 3.3.4.

Таблица 3.3.4

1	7;3	11;4
0	0;0	4;1
4 3	0	1

Результаты приведены в таблице 3.3.5.

Таблица 3.3.5

вариант	0	1	2	3
эффект	0	4	7	11
затраты	0	1	3	4

3 шаг. Рассматриваем состояния 5 и 6. Решение приведено в таблице 3.3.6.

Таблица 3.3.6

1	9;3	17;7
0	0;0	8;4
6 / 5	0	1

Результаты приведены в таблице 3.3.7.

Таблица 3.3.7

вариант	0	1	2
эффект	0	9	17
затраты	0	3	7

Вариант (8;4) исключен, поскольку он доминируется вариантом (9;3) (при меньших затратах получаем больший эффект).

4 шаг. Рассматриваем объединенные состояния (1;2) и (3;4). Решение приведено в таблице 3.3.8.

Таблица 3.3.8

3	11;4	14;6	17;9	20;11
2	7;3	10;5*	13;8*	16;10*
1	4;1	7;3	10;6*	13;8*
0	0;0	3;2*	6;5*	9;7*
(3;4) / (1;2)	0	1	2	3

Результаты приведены в таблице 3.3.9 (все доминируемые варианты исключены).

Таблица 3.3.9

вариант	0	1	2	3	4	5	6
эффект	0	4	7	11	14	17	20
затраты	0	1	3	4	6	9	11

5 шаг. Рассматриваем объединенные состояния (5;6) и (1; 2; 3; 4).
Решение приведено в таблице 3.3.10.

Таблица 3.3.10

2	17;7	21;8	-	-	-	-	-
1	9;3	13;4	16;6	20;7	-	-	-
0	0;0	4;1	7;3	11;4	14;6	17;9	20;11
(5;6) (1-4)	0	1	2	3	4	5	6

В таблице определяем клетку с минимальным вторым числом из числа клеток, у которых первое число больше или равно 20. Это клетка (20; 7) с эффектом 20 затратами 7. Оптимальное решение находим методом обратного хода. Клетке (20; 7) соответствует вариант 1 таблицы 7 и вариант 3 таблицы 3.3.9. Варианту 3 таблицы 3.3.9 соответствует клетка (14; 6) таблицы 3.3.8, которой в свою очередь соответствует вариант 3 таблицы 3.3.5 и вариант 0 таблицы 3.3.3. Варианту 3 таблицы 3.3.5 соответствует клетка (11; 4) таблицы 3.3.4, то есть $x_3 = 1$ и $x_4 = 1$. Варианту 0 таблицы 3.3.3 соответствует $x_1 = 0$ и $x_2 = 0$. Варианту 1 таблицы 3.3.7 соответствует клетка (9; 3) таблицы 3.3.6, то есть $x_5 = 0$ и $x_6 = 1$. окончательно получаем оптимальное решение $x_1 = 0$, $x_2 = 0$, $x_3 = 1$, $x_4 = 1$, $x_5 = 0$, $x_6 = 1$, то есть в программу включаются мероприятия 3, 4 и 6.

Решая подобную задачу для каждого состояния i , для которого $F_i > q$, получаем величину затрат, требуемых для достижения состояния i с требуемой надежностью $(1-q)$.

Механизм опережающего самоконтроля

По мере реализации программы вероятности достижения тех или иных состояний меняются. В новых условиях ранее назначенное планируемое состояние может оказаться невыгодным исполнителям. В этом случае целесообразно «включить» механизм переоценки плана. Суть механизма в том, что исполнители имеют право корректировать план в силу изменения ситуации. Для того, чтобы корректировка не была частой вводится штраф за корректировку $\eta(\tau)$, зависящий от момента корректировки и ее величины, причем штраф тем больше, чем позднее была произведена корректировка.

Рассмотрим следующий вид функции штрафа

$$\eta(\tau; j; i) = \begin{cases} \alpha(i - j) \cdot \frac{\tau}{T}, & \text{если } j < i; \\ \beta(j - i) \cdot \frac{\tau}{T}, & \text{если } j > i. \end{cases} \quad (3.3.10)$$

где i - старый план, j - скорректированный план, T - планируемый период, $0 \leq \tau \leq T$.

Идея в том, что если корректировка происходит в момент $\tau = 0$, то очевидно, штраф равен 0, если корректировка происходит в момент $\tau = T$, то столь же очевидно, что штраф за корректировку равен штрафу за отклонение от плана. Получим условие выгоды корректировки для случая, когда план корректируется на одну единицу состояния.

Если корректировка производится в сторону повышения плана i на единицу, то с учетом (6) получаем выигрыш от корректировки, равный

$$\Delta^+(i, \tau) = (\alpha + \beta)F_{i+1}(\tau) - \beta + \beta \frac{\tau}{T},$$

где $F_{i+1}(\tau)$ - функция распределения в момент τ .

Корректировка проводится, если $\Delta(i, \tau) < 0$, или

$$F_{i+1}(\tau) < \frac{\beta \left(1 - \frac{\tau}{T}\right)}{\alpha + \beta}. \quad (3.3.11)$$

Заметим, что если $F_{i+1}(\tau) = F_{i+1}$, то корректировка естественно не производится, поскольку $F_{i+1} \geq \frac{\beta}{\alpha + \beta}$. Таким образом, корректировка не производится, если

$$F_{i+1}(\tau) \geq \frac{\beta \left(1 - \frac{\tau}{T}\right)}{\alpha + \beta}. \quad (3.3.12)$$

Если корректировка производится в сторону понижения плана на единицу, то выигрыш от корректировки равен

$$\Delta^-(i, \tau) = (\alpha + \beta)F_i - \beta + \alpha \frac{\tau}{T} < 0$$

и корректировка производится, если

$$F_i < \frac{\beta - \alpha \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta}. \quad (3.3.13)$$

Полученные выражения несложно обобщить на случай, когда корректировка производится на две и более единицы состояния.

В работе предложен метод определения параметров механизма α и β для дискретного случая, обеспечивающего допустимую для предприятия зону отклонений от плана, при которой корректировки плана не происходит (допустимые изменения в большую сторону определяются экспертным путем).

3.4. Комплекс деловых игр «Управление производственными рисками»

Деловые игры проводятся для проверки теоретических выводов, в учебных целях и для обучения работников предприятия действиям в условиях системы управления производственными рисками при ее

внедрении. Назначение игры определяет ее сложность. Игры, применяемые в учебных целях, как правило, самые простые с минимальным применением программных средств, чтобы сложность вычислений не помешала находить рациональную стратегию. Игры, применяемые для проверки теоретических предположений и выводов должны содержать модели, используемые в теоретических исследованиях или близких к ним. Обучающие игры, проводимые с работниками предприятий должны в достаточной мере отражать внедряемую систему управления рисками, основные производственные риски и структуру предприятия.

Ниже рассматриваются три типа деловых игр, объединённые в игровой комплекс «Управление производственными рисками».

3.4.1. Учебная игра «Управление риском»

В игре участвуют от трех до шести команд (подразделений предприятия). Каждая команда отвечает за определенный фактор риска. Для каждой команды задается зависимость затрат на мероприятия по снижению риска z_i от величины снижения x_i (в процентах). При проведении игры в ручном варианте, например, во время лекции, рекомендуется простейший вид зависимости

$$z_i = \frac{1}{2r_i} x_i^2, i = \overline{1, u} \quad (3.4.1)$$

где r_i – параметр, характеризующий эффективность мероприятий по снижению риска (рекомендации брать r_i в отрезке [2; 9]): Центр (руководство предприятия) выделяет средства величины R на снижение производственного риска. Задача Центра обеспечить максимальное суммарное снижение производственного риска, то есть максимум $X = \sum_i x_i$.

Каждая партия игры проходит в три этапа:

I этап. Каждая команда сообщает Центру оценку s_i коэффициента эффективности r_i в отрезке $[a, b]$ (рекомендуется брать $a=1, b=10$) сообщаются только целочисленные значения.

II этап. Центр назначает каждой команде план $x_i = \lambda s_i$ по снижению риска и выделяет средства в размере $z_i = \lambda x_i$ на соответствующие мероприятия, где:

$$\lambda = \sqrt{\frac{R}{S}}.$$

III этап. Каждая команда определяет свой выигрыш (прибыль)

$$\pi_i = -\frac{1}{2r_i} x_i^2 \quad (3.4.2)$$

Проведение игры требует не менее 6 партий, поскольку первые 2-3 партии уходят на адаптацию игроков к правилам игры.

Подведение итогов игры

1. Центр определяет суммарное снижение уровня риска
2. Определяется среднее относительное отношение сообщаемых оценок от их истинных значений и средний выигрыш команд. Строится график зависимости среднего выигрыша от средней величины относительной ошибки (степени манипулирования).

Теоретический анализ

Простой вид функций снижения уровня риска позволяет провести теоретический анализ игры. Для этого подставим $x_i = \lambda s_i$ и $\lambda = \sqrt{\frac{R}{S}}$ в целевые функции игроков (1).

$$\pi_i = \lambda^2 s_i - \lambda^2 \frac{s_i^2}{2r_i} = \lambda^2 s_i \left(1 - \frac{s_i}{2r_i}\right) \quad (3.4.3)$$

Заметим, что при большом числе команд оценка каждой команды слабо влияют на норматив λ и поэтому можно предположить, что команды не учитывают этого влияния (гипотеза слабого влияния в теории активных систем). Определяя максимум (z) по s_i получаем

$$s_i = r_i, i = \overline{1, n} \quad (3.4.4)$$

то есть сообщение достоверной информации является доминантной стратегией каждой команды (при гипотезе слабого влияния). Проведение игр должно подтвердить эту гипотезу.

Основная цель игры: игроки должны понять, что сообщение достоверной информации наиболее рациональная стратегия.

Пример проведения игры. Исходные данные:

$$r_1 = 3, r_2 = 6, r_3 = 5, r_4 = 6, R = 320 .$$

Данные проведения пяти партий приведены ниже

№ партии	1	2	3	4	5
$s_1; x_1; \pi_1$	3; 12; 24	5; 20; $13\frac{1}{3}$	3; 12; 24	2; 9; 27	3; 12; 24
$s_2; x_2; \pi_2$	6; 24; 48	4; 16; $42\frac{2}{3}$	7; 28; $46\frac{2}{3}$	5; 22,5; $58\frac{2}{9}$	6; 24; 48
$s_3; x_3; \pi_3$	6; 24; 38,4	5; 20; 40	4; 16; 38,4	4; 16; 38,4	5; 20; 40
$s_4; x_4; \pi_4$	7; 28; $46\frac{2}{3}$	6; 24; 48	6; 24; 48	5; 22,5; $58\frac{2}{9}$	6; 24; 48
λ	4	4	4	4,5	4

Какой вывод можно сделать из анализа результатов игры. Во-первых, если бы каждый игрок в каждой партии называл истинную оценку эффективности, то он бы выиграл больше, чем называл заниженную или завышенную оценку (это нетрудно проверить непосредственными вычислениями). Во-вторых, сравним команды 2 и 4, имеющие одинаковые коэффициенты эффективности. Сумма собственных отклонений от истинной оценки 6 у команды 2 равна 4, а у команды 4 равна 2. Команда 4, имеющая меньшее значение суммы абсолютных отношений, имеет большую величину прибыли. Все это убеждает игроков, что сообщение достоверных оценок является наиболее рациональной стратегией, что подтверждает гипотезу слабого влияния.

Было проведено 20 игр с числом команд от 4 до 6 и числом партий 7 в каждой игре. В большинстве случаев после 3-4 партий команды начали сообщать достоверные оценки.

3.4.2. Экспериментальная игра «Управление риском»

Экспериментальная игра отличается от учебной тем, что она более адекватно отражает моделируемую систему управления риском и поэтому является более сложной, хотя при программной реализации она может использоваться в качестве учебной. Основное отличие от учебной игры состоит в том, что уровни риска являются дискретными. Соответственно, команды сообщают не одно число (эффективность мер по снижению рисков), а два числа s_{ij} , $j = \overline{1,2}$, являющиеся оценками затрат на достижение того или иного уровня риска. Задача эксперимента оценить степень манипулируемости в дискретном случае. Каждая партия игры, как и учебная, проводится в три этапа. До игры каждая команда получает таблицу затрат r_{ij} , $j = \overline{1,3}$ на достижение соответствующих уровней риска. Принимается, что затраты r_{i3} на поддержание уровня риска 3 (высокий риск) известны и не меняются.

I этап. Каждая команда сообщает ведущему игры (Центру) оценки затрат $\overline{s_{ij}}, j = 1, n; i = 1, 2$

II этап. Ведущий игры решает задачу минимизации затрат на достижение требуемого значения суммарного рейтинга, то есть задачу минимизации

$$S(x) = \sum_{ij} \overline{s_{ij}} x_{ij}, \quad (3.4.5)$$

при ограничениях $x_{ij} = \{0;1\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, 3}$:

$$\sum_j x_{ij} = 1, i = \overline{1, n}, \quad (3.4.6)$$

$$\sum_i jx_{ij} \geq Q, \quad (3.4.7)$$

где Q – требуемое значение суммарного рейтинга. Для облегчения решения этой задачи (особенно при проведении игры в ручном варианте) целесообразно предложить командам сообщить разности $\Delta_{ij} = S_{i,j-1} - S_{i,j}, j = 2, 3, S_{i3} = r_{i3}$. При этом значения должны не убывать, то есть $r_{i1} \leq \Delta_{i2} \leq \Delta_{i3}$.

Это следует из того, что каждое следующее уменьшение уровня риска требует больших дополнительных затрат. В этом случае (3.4.5)-(3.4.7) легко решается. Достаточно определить значения Δ_{ij} в очередности их возрастания, пока не выполнится ограничение (3.4.7).

Получив решение задачи (3.4.5)-(3.4.7), руководитель определяет величину необходимого финансирования. Центр назначает командам планы по достижению соответствующих уровней риска $\sum_j x_{ij} \cdot j$ и выдает финансирование

$$\sum_j \overline{s_{ij}} x_{ij} \cdot (s_{i3} = r_{i3}).$$

Пример проведения игры. Исходные данные приведены ниже для четырех команд.

j	1	2	3
i			
1	10 (4)	6 (3)	3
2	10 (4)	6 (3)	3
3	7 (3)	4 (2)	2
4	7 (3)	4 (2)	2

В скобках указаны разности Δ_{ij} . Ниже приведены оценки S_{ij} величин Δ_{ij} , сообщенные командами.

j	1	2	3
i			
1	4	3	3
2	6	5	3
3	3	2	2
4	4	3	2

Пусть $Q = 8$. Отбирая δ_{ij} в очередности их возрастания, получаем

$$x_{12} = 1, x_{23} = 1, x_{31} = 1, x_{42} = 1.$$

III этап. Определяем выигрыши команд.

$$\pi_1 = s_{12} - r_{12} = 0; \pi_2 = s_{23} - r_{23} = 0$$

$$\pi_3 = s_{31} - r_{31} = 0; \pi_4 = s_{42} - r_{42} = 1$$

Проведение 15 игр с числом команд от 4 до 6 и числом партий 7 показано, что средняя степень манипулируемости (средняя относительная погрешность) порядка 7%, что говорит о достаточной эффективности предложенного механизма.

3.4.3. Обучающая игра «Управления рисками»

Обучающая игра проводится непосредственно с работниками предприятия, где внедряется система управления рисками. Ее особенностью является полное отражение всех элементов системы.

В игре участвуют команды, представляющие все основные факторы риска, отмеченные выше. Оценка уровня риска проводится на основе системы матричных сверток. Для проведения игры разрабатывается соответствующее программное обеспечение. Фактически проведение игры иллюстрирует пример расчета программы снижения риска, приведенный в третьей главе.

Основные этапы остаются теми же, что и в предыдущих играх. Обучающая игра является важным элементом обучения персонала при внедрении системы.

Пример проведения игры. Ограничимся описанием фрагмента игры для трех факторов риска (соответственно, трех команд).

До игры команды получают таблицу затрат на снижение риска $r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, i = 1, 2, 3$ и знакомятся с системой комплексного оценивания. Пример такой системы приведен ниже

3	2	2	3
2	2	2	3
1	1	1	2
2 / 1	1	2	3

=>

3	2	3	3
2	2	2	2
1	1	1	2
(1,2) / 3	1	2	3

В таблице приведены значения $r_{ij}, i = \overline{1,3}; j = \overline{1,3}$

	<i>j</i>	1	2	3
<i>i</i>				
1		6	4	3
2		7	6	5
3		8	5	2

I этап. Команды сообщают оценки затрат $s_{ij}, j = 1, 2$ ($s_{i3} = r_{i3}$ по определению).

Сообщенные оценки приведены ниже

	j	1	2	3
i				
1		7	5	3
2		10	7	5
3		9	6	2

II этап. Центр решает задачу минимизации затрат на достижение требуемой величины комплексной оценки. Требуемая величина $Q = 3$. Решение приведено ниже.

3;10	2;13	2;15	3;17	=>	3;14	2;16	3;20	3;23
2;7	2;10	2;12	3;14		2;10	2;12	2;16	2;19
1;5	1;8	1;10	2;12		1;8	1;10	1;14	2;17
2 1	1;3	2;5	3;7		(1,2) 3	1;2	2;6	1;9

Оптимальное решение: первой команде обеспечить уровень риска 3, второй – 2, а третьей – 1, с суммарными затратами 19.

III этап. Команды определяют выигрыш

$$\pi_1 = 3 - 3 = 0, \pi_2 = 7 - 6 = 1, \pi_3 = 9 - 6 = 3.$$

Подведение итогов.

Оценивается степень манипулирования (среднее относительное отклонение сообщаемых оценок от достоверных), и соответственно, превышение запланированных средств.

Проведение пяти игр с четырьмя командами, показало, что степень манипулирования достаточно велика (в среднем 20%). Для ее уменьшения было предложено исключить одну из команд из процесса уменьшения уровня

риска. Исключаемая команда определяется из условия минимального увеличения затрат. Так, если исключить команду 1, то есть принять что команда 1 остается на уровне риска 3, то остается одна матрица для команд 2 и 3, приведенная ниже

1; 13	2; 15	1; 19	1; 22
2; 10	2; 12	2; 16	1; 19
3; 8	3; 10	3; 14	2; 17
1 / 3	3; 2	2; 6	1; 9

Для достижения уровня риска 1 потребуется те же 19 единиц затрат.

Если исключить команду 2, то есть принять, что команда 2 остается на уровне риска 3, то матрица принимает вид

1; 12	2; 14	1; 18	1; 21
2; 12	2; 14	2; 18	1; 21
3; 8	3; 10	3; 14	2; 16
1 / 3	3; 2	2; 6	1; 9

В данном случае затраты равны 21, то есть на 2 единицы больше.

Если исключить команду 3, то оценка 1 вообще не достижима. Следовательно, исключаем команду 1.

Проведение 10 игр с 6 командами показало, что предложенный прием уменьшает степень манипулирования примерно в 3 раза, что в целом приводит к существенному уменьшению затрат.

Замечание. Если к игре добавить список мероприятий для каждой команды с оценками затрат и влияния на уровень риска, то игра становится реальной тренировочной игрой по внедрению системы управления рисками.

3.5. Выводы по главе 3

1.Полученные в работе результаты расширяют область применения базового механизма встречного планирования на случай АЭ с дискретными состояниями. Они могут найти применение при разработке программ развития регионов, корпораций, федеральных служб и др.

2.Решена задача минимизации затрат на обеспечение выгодности заданного состояния.

3.Предложены три типа деловых игр, объединённые в игровой комплекс «Управление производственными рисками».

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Предложена интегральная оценка степени опасности на основе матричной свертки показателей ущерба и вероятности и на основе дерева свертки показателей и системы матриц, задаваемых в каждой вершине дерева.

2. Решена задача снижения интегральной оценки степени опасности рискового события до требуемого уровня с минимальными затратами; задача сведена к решению ряда задач о ранце с последующим определением оптимального варианта на основе метода дихотомического программирования.

3. Разработана задача, когда имеются многоцелевые мероприятия, влияющие на снижение риска сразу по нескольким факторам либо влияющие и на снижение одновременно вероятности и ущерба по одному фактору; в основе алгоритма лежит перебор всех возможных вариантов вхождения в программу многоцелевых мероприятий.

4. Обобщены системы стимулирования встречного планирования и механизма опережающего самоконтроля для простого активного элемента, состояние которого является случайной величиной, принимающей конечное число значений. Определены значения параметров механизмов, обеспечивающие требуемую надежность оценок и зону отклонений от плана, в которой корректировка не производится.

5. Сформирован комплекс деловых игр «Управление производственными рисками».

6. Предложена методика формирования программы снижения риска с апробацией на реальных данных ЗАО «Лискигазосиликат».

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов В.А. Анализ стратегий и разработка комплексных программ. М.: Наука, 1990.
2. Андреев С.П., Бурков В.Н., Кондратьев В.В., Черкашин А.М. Механизмы функционирования организационных систем. Препринт. М.: ИПУ РАН, 1984.
3. Андронникова Н.Г., Бурков В.Н., Леонтьев С.В. Комплексное оценивание в задачах регионального управления. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 54 с.
4. Анохин А. М., Глотов В. А., Павельев В.В., Черкашин А.М. «Целенаправленный выбор: модели, отношения, алгоритмы». Препринт/Институт проблем управления РАН – М., 1996 – С. 10-21.
5. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1987.
6. Архипова Н. И., Кульба В. В. Управление в чрезвычайных ситуациях. 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Рос.гос. гуманит. ун – т, 1998. 316 с.
7. Барабанов И.Н., Новиков Д.А. Механизмы управления риском в динамической модели эколого-экономической системы // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1994. № 10. С. 19 – 26.
8. Баринов, В. Н. Механизмы финансирования снижения уровня риска в строительном производстве / В. Н. Баринов, Е. А. Киреева, А. М. Котенко, П. И. Семенов // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. – 2012. - № 2 (26). - С. 90-95
9. Баркалов С.А., Богданов Д.А., Гуреев А.Б. Модели оптимального выбора портфеля строительных проектов и исполнителей на базе экспертных технологий. М.: ИПУ РАН, 1999.
10. Баркалов С.А., Курочка П. Н., Серебряков В.И. О некоторых методах оценки деятельности строительных предприятий при лицензировании. //«Строитель», Воронеж, вып. 21, декабрь 1999 г., с. 135-139.

11. Баркалов С.А. Модели управления конфликтами и рисками: монография / В.И. Новосельцев, А.И. Половинкина, В.Н. Шипилов В.Н.; под ред. Д.А.Новикова. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 495с.
12. Баркалов, С.А. Построение системы комплексного оценивания для определения интегральной оценки риска/ С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Е.А. Киреева// Экономика и менеджмент систем управления. Научно-практический журнал. – 2013. - № 4(10) .- С. 10-16.
13. Баркалов С. А. Механизм комплексного оценивания рисков /, В. Н. Бурков, Е. А. Киреева // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Сер.: Управление строительством. – 2013. - № 2 (5). - С. 144-153.
14. Бирштейн М.М. Производственные игры. Первые шаги. ЭКО 1978, №6.
15. Богданов С.С., Шевцова Т.В. Основные элементы стратегического планирования развития больших социально-экономических систем. СПб.: Изд-во СПбГУЭиФ, 1998.
16. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1977. – 255 с.
17. Бурков В.Н. Эффективность экономических механизмов управления риском. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, N 1, 1994.
18. Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью. – М.: СИНТЕГ - ГЕО , 2001. – 160 с.
19. Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Еналеев А.К., Умрихина Е.В. Организационные механизмы управления научно-техническими программами. – М.: ИПУ РАН, 1993. – 64 с.
20. Бурков В.Н., Грищенко А.Ф., Кулик О.С. Задачи оптимального управления промышленной безопасностью.- М.: ИПУ РАН, 2000, 70 с

21. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К., Нанева Т.Б., Подвальный Л.Д., Юсупов Б.С. Конкурсные механизмы в задачах распределения ограниченных ресурсов. Автоматика и телемеханика. 1988. N 11, с.142-153.
22. Бурков В.Н., Джавахадзе Г.С., Динова Н.И., Щепкин Д.А. Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 51 с.
23. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К. и др. Большие системы: моделирование организационных механизмов. – М.: Наука, 1989. – 245 с.
24. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Управление риском: механизмы взаимного и смешанного страхования // Автоматика и Телемеханика. 2001. № 10. С. 125 – 131.
25. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. – М.: Синтег, 2001. – 124 с.
26. Бурков В.Н., Кловач Е.В., Красных Б.А., Сидоров В.И. Модели и механизмы управления промышленной безопасностью.- М.: ИПУ РАН, 1999, 46 с
27. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем.–М.: Наука, 1981.
28. Бурков В.Н., Кондратьев В.В., Цыганов В.В., Черкашин А.М. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. – М. Наука, 1984. – 272 с.
29. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. – М.: Синтег, 1997. – 188 с.
30. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Страхование: оптимизация и перераспределение риска // Инвестиционный эксперт. 1997. № 5. С. 24 – 27.
31. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: СИНТЕГ, 1999.
32. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. – М.: Физматлит, 2008. – 243 с.

33. Бурков В.Н., Щепкин А.В. Механизмы безопасности: оценка эффективности. Вопросы экономики, N 1, 1992.
34. Бурков В.Н., Щепкин А.В. Механизмы обеспечения безопасности: оценка эффективности // Вопросы экономики. 1991. № 1. С. 52 – 58.
35. Бурков В.Н., Щепкин А.В. Моделирование экономических механизмов обеспечения безопасности // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 2000. № 6. С. 55 – 68.
36. Бурков, В.Н. Задачи дихотомической оптимизации / В.Н. Бурков, И.В. Буркова. - М.: Радио и связь. – 2003. – 156 с.
37. Буркова, И. В. Дискретные системы стимулирования простого активного элемента / И. В. Буркова, Е. А. Киреева, Л. В. Россихина // Экономика и менеджмент систем управления. – 2014. - № 2.3 (12). - С. 354-359.
38. Буркова, И.В. Механизм встречного планирования для стимулирования уменьшения ожидаемого ущерба / И. В. Буркова, Е. А. Киреева // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Сер.: Управление строительством. – 2014. - № 1 (6). - С. 228-235.
39. Буркова, И.В. Системы стимулирования простого активного элемента / И. В. Буркова, Е. А. Киреева // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Сер.: Управление строительством. – 2015. - № 1 (7). - С. 46-52.
40. Быков А.А. Оценка и сравнительный анализ риска для здоровья населения от загрязнения окружающей среды в городах России // Вопросы анализа риска. 1999. Т. 1. № 2-4. С. 28 – 79.
41. Варганов А.С. Экономическая диагностика деятельности предприятия: организация и методология. М.: Финансы и статистика, 1991.
42. Васин А.А. Некооперативные игры в природе и обществе. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 412 с.
43. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
- 44.

45. Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А. Математические модели организаций. – М.: Ленанд, 2008. – 360 с.
46. Выборнов Р.А. Модели и методы управления организационными системами с коррупционным поведением участников. – М.: ИПУ РАН, 2006. – 110 с.
47. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. – М.: Наука, 1976. – 327 с.
48. Гидрович С.Р., Сыроежин И.М. Игровое моделирование экономических процессов: Деловые игры. М.: Экономика, 1976.
49. Гилев С.Е., Леонтьев С.В., Новиков Д.А. Распределенные системы принятия решений в управлении региональным развитием. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 52 с.
50. Глотова Н.П., Новиков Д.А. Модели и механизмы управления образовательными сетями и комплексами. – М.: Институт управления образованием РАО, 2004. – 142 с.
51. Глотов В.А., Павельев В.В. Комплексное оценивание многомерных объектов. Препринт. М.: ИПУ РАН, 1984
52. ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию».
53. Гохман О.Г. Экспертное оценивание. Воронеж: ВГУ, 1991.
54. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. – М.: Синтег, 2002. – 148 с.
55. Губко М.В. Управление организационными системами с коалиционным взаимодействием участников. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 140 с.
56. Данилов В.И. Лекции по теории игр. – М.: Российская экономическая школа, 2002. – 140 с.
57. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций. М.: Высшая школа, 1996.

58. Динова Н.И., Чепрунова О.Ю., Щепкин А.В. Эксперимент на основе деловой игры "Бригадные формы оплаты труда". Автоматика и телемеханика, 1990, N 4.
59. Емельянов С.В., Бурков В.Н., Ивановский А.Г., Немцева А.Н., Ситников В.И., Соколов В.И., Щепкин А.В. Метод деловых игр. Международный центр научно-технической информации – М., 1976.
60. Ефимов В.М., Пельман Г.Л., Чахоян В.А. Игровое имитационное моделирование расширенного воспроизводства. МГУ, 1982.
61. Зинченко В.И., Павлов М.Л., Хлычиев А.И., Щепкин А.В. Построение комплексной оценки уровня экологической безопасности региона // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях 2003. № 3. С. 88 – 97.
62. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике.– М.: Наука, 1979.
63. Иванов А.А., Олейников С.Я., Бочаров С.А. в своем «Риск-менеджмент» учебно-методический комплекс - М.: Издание центр ЕАОИ, 2008. – 193с.
64. Идрисов А.Б., Картышев С.В., Постников А.В. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций. М.: Филинь, 1997.
65. Интегрированные системы управления предприятиями. Материалы конференции. М.: ИПУ РАН, 1996.
66. Караваев А.П. Модели и методы управления составом активных систем. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 151 с.
67. Киреева, Е. А. Управление инновационным риском на основе стохастических графов и реального опциона / Е. А. Киреева // Экономика и менеджмент систем управления. – 2012. - № 1 (3). - С. 25-31.
68. Киреева, Е. А. Управление рисками при бизнес-планировании / Е. А. Киреева // Управление большими системами: материалы VIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых: сб. ст. – М., 2011. - С. 205-209.

69. Киреева, Е. А. Формирование системы риск-менеджмента в условиях повышенной неопределенности / Е. А. Киреева // Управление большими системами: материалы IX Всероссийской школы-конференции молодых ученых, 21-24 мая 2012 г.: сб. ст. – Т. 1. - Липецк, 2012. - С. 178-180.
70. Киреева, Е.А. Комплексное оценивание производственных рисков строительных предприятий / Е. А. Киреева // Современные сложные системы управления. Сборник статей по материалам конференции. Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - С. 182-190.
71. Киреева, Е. А. Интегральная ранговая оценка риска / Е. А. Киреева // Управление большими системами: X Школа-конференция молодых ученых, 5-7 июня 2013 г.: сб. ст. – Т. 2. – Уфа, 2013. - С. 118-122.
72. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. – М.: Прогресс, 1979. – 504 с.
73. Комаров В.Ф. Применение имитационных игр в исследованиях. Экономика и математические методы. 1991, том 27, вып.1.
74. Кондратьев В.Д., Толстых А.В., Уандыков Б.К., Щепкин А.В. Оценка уровня риска функционирования потенциально опасных объектов // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 2004. № 2. С. 57 – 65
75. Кондратьев В.Д., Щепкин А.В. Комплексное оценивание в области безопасности дорожного движения. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 54 с.
76. Кононов Д.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Синтез формализованных сценариев и структурная устойчивость систем. Препринт. М.: ИПУ РАН, 1998.
77. Крупномасштабные системы моделирования развития и функционирования/ Сборник трудов. М.: ИПУ РАН, 1990.
78. Кузьмицкий А.А., Новиков Д.А. Организационные механизмы управления развитием приоритетных направлений науки и техники. – М.: ИПУ РАН, 1993. – 67 с.

79. Кузьмицкий А.А. «Модели и механизмы управления развитием приоритетных направлений научно – технического прогресса». Автоматика и телемеханика. – 1994, – N 9. – С. 141-147
80. Кукушкин Н.С., Морозов В.В. Теория неантагонистических игр. – М.: МГУ, 1984. – 104 с.
81. Кульба В.В., Серегин А.С. Особенности управления в условиях чрезвычайных ситуаций // Российский социально-политический институт. – М., 1991.
82. Лапко А.В., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И. Имитационные модели пространственно распределенных экологических систем. – Новосибирск: Наука, 1999. – 190 с.
83. Левинталь А.Б., Ефременко В.Ф., Гусев В.Б., Павельев В.В., Пащенко Ф.Ф. Комплексное оценивание и планирование развития региона. – М.: ИПУ РАН, 2006. – 52 с.
84. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. ИНФРА-М, 1996.
85. Литвак Б.Г. Управленческие решения. М.: Тандем, 1998.
86. Малишевский А.В. Качественные модели в теории сложных систем. – М.: Наука, 1998. – 528 с.
87. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М. Наука, 1982. – 320 с.
88. Модели, методы и автоматизация управления в условиях чрезвычайных ситуаций. С.А. Косяченко, Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба, А.Б. Шелков. Автоматика и телемеханика – 1998, №6, с. 3-66.
89. Модели экосистем и методы определения их параметров / Сборник трудов. – Новосибирск: ВЦ СО РАН, 1981. – 146 с.
90. Моделирование и управление процессами регионального развития / Под ред. С.Н. Васильева. – М.: Физматлит, 2001. – 432 с.

91. Моделирование процессов в природно-экологических системах / Под ред. В.И. Гурмана, А.И. Москаленко. – Новосибирск: Наука, 1982. – 178 с.
92. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
93. Моррисей Дж. Целевое управление организацией. М.: Советское радио, 1979.
94. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль. – М.: Дело, 2003. – 360с.
95. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. М.: фонд “Проблемы управления”, 1999.
96. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.
97. Новиков Д.А. Механизмы страхования: перераспределение риска и манипулирование информацией // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1997. № 5. С. 44 – 55.
98. Новиков Д.А. Стимулирование в социально-экономических системах (математические модели). – М.: ИПУ РАН, 1998. – 216 с.
99. Новиков Д.А. Оптимальные механизмы стимулирования в системах управления экологической безопасностью // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1994. № 8. С. 51 – 58.
100. Новиков Д.А. Оптимальные функции штрафов в системах управления экологической безопасностью / Труды II Международной конференции «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». – М.: ИПУ РАН, 1994. С. 53 – 55.
101. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М.: ЛЕНАНД, 2006. – 332 с.

102. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. – 184 с.
103. Новиков Д.А. Оптимальные механизмы стимулирования в системах управления экологической безопасностью // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1994. № 8. С. 51 – 58.
104. Новиков Д.А. Оптимальные функции штрафов в системах управления экологической безопасностью / Труды II Международной конференции «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». – М.: ИПУ РАН, 1994. С. 53 – 55.
105. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. – М.: Физматлит, 2007. – 584 с.
106. Новиков Д.А., Цветков А.В. Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 118 с.
107. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. – М.: Синтег, 2003. – 160 с.
108. Новиков Д.А. Экономические механизмы управления риском в многоэлементных системах / Труды III Международной конференции «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». – М.: ИПУ РАН, 1995. С. 37 – 38.
109. Новиков Д.А. Экономические механизмы управления риском в организационно-технических системах / Труды 5-й Международной научно-практической конференции «Опыт разработки и применения САПР», Львов: ЛГТУ, 1999. С. 44 – 48.
110. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. М.: СИНТЕГ, 1999. – 108 с.
111. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр. – М.: Высшая школа, 1998. – 304 с.

112. Плотинский Ю.М. Теоретические и эмпирические модели социальных процессов. – М.: Логос, 1998. – 280 с.
113. Половинкина, А.И. Процедура построения комплексных оценок достижимости целей / В.Н. Бурков, А.И. Половинкина // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. - 2002. - № 1. - С. 41-47.
114. Половинкина, А.И. Методы оптимизации комплексной программы развития с учетом риска / В.Н. Бурков, А.И. Половинкина // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. - 2002. – № 1. - С. 87-95.
115. Половинкина, А.И. Управление риском в организационных проектах / С.А.Баркалов, А.М. Котенко, Л.В. Шевченко, А.И. Половинкина // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. – 2003. – №2.3. – С. 83-90.
116. Половинкина, А.И. Модель комплексной оценки уровня безопасности / С.А. Баркалов, А.М. Котенко, А.И. Половинкина, А.В. Щепкин // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. – 2005. - № 7, Т. 1. – С. 28-34.
117. Половинкина, А.И. Механизм повышения уровня безопасности / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, А.М. Котенко, А.И. Половинкина // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. – 2005. - № 7, Т. 1. – С. 40-45.
118. Половинкина, А.И. Типология рисков при управлении предприятием / А.М. Аржаков, А.И. Половинкина, М.В. Аржаков // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. - 2009. - № 2, Т. 5. – С. 84-90.
119. Половинкина, А.И. Модель принятия предпринимателем решений о допустимости и целесообразности риска / С.А. Баркалов, А.И. Половинкина, П.В. Павлов, А.В. Щепкин // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. – 2009. - № 4, Т. 5. – С. 163-166.
120. Половинкина, А.И. Управление рисками в условиях инновационного развития организации / Т.А. Аверина, А.И. Половинкина, В.В. Шумарин // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. - 2009. - № 5, Т. 5. – С. 87-90.
121. Половинкина, А.И. Процедура выбора решений в условиях риска и неопределенности / А.И. Половинкина, Б.А. Шиянов, А.В. Щепкин //

Известия Тульского государственного университета. – 2009. – Вып.13. – С. 163-168.

122. Половинкина, А.И. Механизмы совместного финансирования / А.В. Кузовлев, П.В. Мешков, А.И. Половинкина, Б.К. Уандыков // Вестник Воронеж.гос. техн. ун-та. – 2010. - № 2, Т. 6. – С. 67-71.

123. Половинкина, А.И. Механизм штрафов в обеспечении уровня безопасности строительных предприятий региона / А.И. Половинкина, А.В. Щепкин // Научный вестник Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. - 2011. – Вып. №3 (23). – С. 142-148.

124. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска»

125. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, 1986. – 496 с.

126. Самарский А.А., Моисеев Н.Н., Петров А.А. Математическое моделирование. Процессы в сложных экономических и экологических системах. – М.: МГУ, 1986. – 296 с.

127. Семенов И.Б., Чижов С.А., Полянский С.В. Комплексное оценивание в задачах управления системами социально-экономического типа. Препринт. М.: ИПУ РАН, 1996.

128. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1988.

129. Теория риска и технологии обеспечения безопасности. Подход с позиций нелинейной динамики. Ч.II Ю.Л. Воробьев, Г.Г. Малинецкий, Н.А. Махутов. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Выпуск- № 1. – М., 1999.

130. Толстых А.В., Уандыков Б.К., Щепкин А.В. Моделирование экономических механизмов обеспечения безопасности при техногенных и

природных катастрофах // Автоматика и телемеханика. 2004. № 5. С. 142 – 153.

131. Топольский Н. Г., Фирсов Н. Г. Комплексная безопасность территорий // Материалы 15-й научно-технической конференции «Системы безопасности» - СБ-2006. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2006.

132. Топольский Н. Г., Святенко И. Ю., Трефилов Г. Б., Сатин А. П. Интерактивный оптимизационный метод декомпозиции графов причинно-следственных связей в системах поддержки принятия решений // Технологии техносферной безопасности [Электронный ресурс]. – Электрон.журн. – 2009. - №5. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

133. Тренев В.Н. Методы и механизмы реализации распределенных процедур формирования управленческих решений при реформировании предприятий. Препринт. М.:ИПУ РАН, 1998.

134. Управление риском в социально-экономических системах: концепция и методы ее реализации. Части I-II. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Выпуск № 11,12. – М. 1995.

135. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. – 431 с.

136. Федеральный закон от 21 июня 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

137. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

138. Федеральный закон от 23 декабря 2013г. № 426-ФЗ « О специальной оценки условий труда»

139. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности»

140. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ (действующая редакция от 23.06.2014) «О техническом регулировании»

141. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (действующая редакция от 02.04.2014) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»
142. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»
143. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»
144. Фролов К.В., Махутов И.А. «Проблемы безопасности сложных технических систем». // Сборник избранных статей и докладов 2-ой международной конференции «Безопасность и экология горных территорий», – г.Владикавказ, 1995 – С. 12-18.
145. Хайниш С.В. Нестандартные ситуации: практикум для хозяйственных руководителей. М.: Экономика, 1992.
146. Харитонов В.А., Белых А.А. Технологии современного менеджмента. – Пермь: ПГТУ, 2007. – 190 с.
147. Харитонов В.А., Винокур И.Р., Белых А.А. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания с топологической интерпретацией матриц свертки // Управление большими системами. 2007. Выпуск 18. С.129 – 140.
148. Хасби Д. Стратегический менеджмент. М.: Контур, 1998.
149. Цвиркун А.Д., Карибский А.В., Яковенко С.Ю. Математическое моделирование управления развитием структур крупномасштабных систем. Препринт. М.: ИПУ РАН, 1985.
150. Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К. Оптимизация развития структур крупномасштабных систем. Препринт. М.: ИПУ РАН, 1987.
151. Цыгичко В.Н. Прогнозирование социально-экономических процессов. - М.: «Финансы и статистика», 1986. - 207 с.
152. Чепрунова О.Ю., Щепкин А.В. Разработка экспериментов с моделями организационных систем // Автоматика и телемеханика. 1988. № 8. С. 87 – 93.

153. Щепкин А.В. Внутрифирменное управление (модели и механизмы). – М.: ИПУ РАН, 2001. – 80 с.
154. Щепкин А.В. Моделирование механизма снижения уровня риска на предприятии // Управление большими системами. 2004. № 9. С. 214 – 219.
155. Щепкин Д.А. Штрафы при управлении уровнем риска на предприятии // Управление большими системами. 2004. № 9. С. 220 – 231.
156. Щепкин А.В. Внутрифирменное управление (модели и механизмы). – М.: ИПУ РАН, 2001. – 80 с.



ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЛИСКИНСКИЙ ГАЗОСИЛИКАТ»

Россия, 394038, г.Воронеж, ул. Пеше-Стрелецкая, 95
Тел.: (473) 229-76-74 Факс: (473) 239-83-27
E-mail: konst@dsk.vrn.ru

УТВЕРЖДАЮ
Управляющий
ЗАО «Лискигазосиликат»
В.М. Еренков
В.М. Еренков 2016 г.

**Акт о внедрении
результатов научно-исследовательских разработок в практическую
деятельность**

Сидоровой Екатерины Александровны на тему:
«Модели и методы комплексного оценивания производственных рисков
промышленного предприятия»

Настоящим актом подтверждается, что модели и методы диссертационного исследования Сидоровой Е.А. внедрены в практическую деятельность закрытого акционерного общества «Лискигазосиликат» и используются при оценке управления производственными рисками на предприятии.

Положения исследования рассматриваются в качестве базы для конкретных управленческих решений с целью повышения эффективности функционирования существующей системы предприятия, включающей алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и ниже уровней с минимальными затратами, сформированы методы определения нормативных показателей в механизмах стимулирования структурных подразделений и комплекс деловых игр, предоставляющий возможность применить полученные знания для решения производственных задач, а также развивающий конкретные практические знания и умения.

Управляющий _____



Еренков Вячеслав Михайлович



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ

ИНН 3665005205 КПП 366501001
Россия, 394038, г. Воронеж, ул. Пешестрелецкая, 95
Тел.: (473) 278-90-34
E-mail: finansdsk@mail.ru

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

ОАО «ДСК»

Соболев А.И.

«15 октября 2015 г.»

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы Сидоровой Екатерины Александровны по теме кандидатской диссертации:
«Модели и методы комплексного оценивания производственных рисков промышленного предприятия»

Настоящим актом удостоверяется, что рекомендации, содержащиеся в диссертационном исследовании, используются в открытом акционерном обществе «Домостроительный комбинат» при создании методики управления производственными рисками на промышленном предприятии.

В практику программы управления риском были включены:

- система интегральной оценки производственного риска;
- алгоритм формирования программы снижения риска от максимального уровня степени опасности до среднего и минимального уровней с наименьшими затратами;
- обобщение системы стимулирования, повышающей уровень надежности функционирования структурных подразделений организации;
- имитационное моделирование позволяющее проверить и скорректировать принятые решения.

Применение данных рекомендаций способствует получению положительных результатов в практике управления производственными рисками.

Заместитель генерального директора



Соболев А.И.