

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Воронеж – 2015

Диссертационная работа выполнена на кафедре управления строительством в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет».

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент
Буркова Ирина Владимировна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор кафедры социального страхования, экономики и управления предприятиями ФГБОУ ВПО «Российский государственный социальный университет»
Титаренко Борис Петрович

Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»
Куликов Геннадий Григорьевич

Ведущая организация - ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»

Защита состоится 2 марта 2016 года, в 14:00 часов, на заседании диссертационного совета Д 212.298.03 при ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) по адресу: 454080, г.Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76, зал заседания диссертационного совета №1 (ауд. 1001 главного корпуса).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет).

Сведения о защите и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) <http://www.susu.ac.ru>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим выслать по адресу: 454080, г.Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76, ЮУрГУ, ученый совет, тел. (351) 267-91-23, факс (351) 265-62-05.

Автореферат разослан «___»

декабря 2015г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



В.Н. Любицын

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы связана с тем, что в последние годы неуклонно возрастает необходимость учета производственных рисков на самых различных промышленных предприятиях страны, а также создании инструментов и механизмов комплексной оценки этих рисков, как средства повышения экономической эффективности и уменьшения потерь.

Следует отметить, что повышение производственных рисков в условиях глобальной политической, экономической и социальной нестабильности является общемировой тенденцией.

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.

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.

Для достижения указанной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие **задачи**:

- 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 «Лискига-зосиликат»).

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.

Апробация работы. Основные положения диссертации обсуждались на:

1. VIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», (г. Москва 2011);
2. IX Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», (г. Липецк, 2012);
3. 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.

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».

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность и значимость диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, показаны его научная и практическая значимость, даны основные понятия и охарактеризован используемый механизм.

В первой главе «Теоретические и методологические основы анализа риска» приведена и уточнена трактовка понятия «риск». Так, 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), являющейся самым крупным в мире сообществом профессионалов в области стоимостного инжиниринга, объединяющим более 9000 членов из более чем 85 стран мира, указывается 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, считая что «...неопределенности, которые можно измерить, более не создают для бизнеса неопределенности». Данное понятие идет в противоречие с высказываниями математиков С. Пуассона, И. Бернулли и Т. Байеса, считавшими, что неопределенность можно измерить и представить в виде количественных значений вероятностей, и не разделявшими понятия неопределенности и риска. Таким образом, во избежание непонимания, возникает необходимость четкого определения понятие «риск».

В данной работе под *риском* понимается неблагоприятное, опасное событие (действие), которое отрицательно влияет на результат деятельности и ставит под угрозу удовлетворение какой-либо потребности. 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 внимание уделено производственным рискам. С этой целью дается конкретизированное понятие *производственного риска* - 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.

А также представлена классификация производственных рисков, что является важным этапом анализа управления рисками, который позволяет в дальнейшем проводить идентификацию и оценку риска, а также разрабатывать методы управления ими. Классификация заключается в распределении рисков по основным группам на основе факторов.

Предлагаемая классификация производственных рисков выделяет те из них, которые чаще всего встречаются при управлении на промышленным предприятием, и позволяет своевременно выявлять, оценивать и сводить опасность к минимуму, что в свою очередь повышает эффективность работы предприятия в целом (табл.1).

Таблица 1

Классификация производственных рисков

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РИСКИ					
Невостребованность продукции	Неисполнение хоздоговоров	Технологические	Усиление 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 и рентабельность производства данной отрасли. 	<ul style="list-style-type: none"> • нестабильность экономики, инфляция; • резкий рост цен на сырье и материалы; • невыполнение договорных условий; • разный уровень доходов населения; • нехватка финансовых средств для размещения роста цен поставщиком. 	<ul style="list-style-type: none"> • специфика используемой технологии производства; • халатное отношение поставщика к продаваемому оборудованию; • отсутствие гарантийного и сервисного обслуживания продавцом приобретенного у него оборудования. 	<ul style="list-style-type: none"> • ложные сведения; • обман в отношении потребительских свойств товара; • незаконное использование результатов интеллектуальной деятельности; • разглашение коммерческой тайны; • некорректное сравнение с товарами-аналогами. 	<ul style="list-style-type: none"> • несоответствие 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"> • плохая организация, координация, планирование и проектирование в работе предприятия; • слабое регулирование деятельности предприятия; • неверная политика снабжения; • неправильный подбор кадров.

Риск не востребоваемости 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. *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) – это опасность, возникающая в процессе реализации товаров и услуг. К таким рискам можно отнести: риск срыва договоров поставки; риск невозвращения предоплаты поставщиками; риск несвоевременного получения оплаты за реализованную продукцию.

Риск срыва договоров поставки. 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 фирм постоянных поставщиков с помощью заключения взаимовыгодных контрактов; формирование резервных запасов сырья и материалов; постоянный мониторинг рынка альтернативных поставщиков.

Риск невозвращения предоплаты поставщиками. Рекомендуемые методы компенсации: сближение и налаживания 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. 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 третьих лиц.

Риск усиления конкуренции (или монополизации) рынка в основном происходит по ряду следующих причин: утечка коммерческой информации фирмам-конкурентам; несовершенство маркетинговой политики организации; отсутствие товаров-новинок; появление на рынке других производителей, предлагающие аналогичные товары удовлетворяющие спрос потребителей; пополнение рынка товарами зарубежных экспортеров. *Рекомендуемые методы компенсации:* суд; общественная огласка недобросовестных фирм.

Законодательством Российской Федерации запрещается недобросовестная конкуренция предпринимателями при организации производственной деятельности. Так, п. 2 ст. 34 Конституции РФ установлено следующее: не допускается экономическая деятельность, направленная на монополизацию и недобросовестную конкуренцию. В ст. 178 УК РФ говорится о недопущении, ограничении или устранении конкуренции путем заключения ограничивающих конкуренцию соглашений или осуществления ограничивающих конкуренцию согласованных действий, неоднократного злоупотребления доминирующим положением, выразившимся в установлении и (или) поддержании монопольно высокой или монопольно низкой цены товара, необоснованном отказе или уклонении от заключения договора, ограничении доступа на рынок, если эти деяния причинили крупный ущерб гражданам, организациям или государству либо повлекли извлечение дохода в крупном размере, – наказываются штрафом в размере от трехсот тысяч до пятисот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от одного года до двух лет, либо принудительными работами на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до одного года или без такового, либо лишением свободы на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью до одного года либо без такового.

Технологические риски – риски нарушения производственного процесса и как следствие недополучение прибыли в связи с невыполнением планового объема выпуска продукции. *Рекомендуемые методы компенсации:* изучение и сверка всей строительной-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 подразумевает под собой страхование речных, морских, воздушных судов, а также железнодорожного подвижного состава и автомобильного во время движения, стоянки, простоя или ремонта. Риски карго представляет 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 могут быть включены в объем ответственности страховщика. *Рекомендуемые методы компенсации:* разработка системы страхования транспортных рисков; сотрудничество с фирмами, специализирующиеся на грузовых перевозках; создание резервных фондов сырья и материалов; поиск и налаживание контактов с поставщиками, предлагающими аналогичные товары и услуги.

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

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.

Процесс управления производственным риском – сложный, многоуровневый процесс, требующий комплексного подхода и умения качественно и количественно его измерять.

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.

Для полноты понимания взаимосвязи и взаимозависимости методов управления на рис. 1 представлена структура системы основных организационных механизмов управления риском.

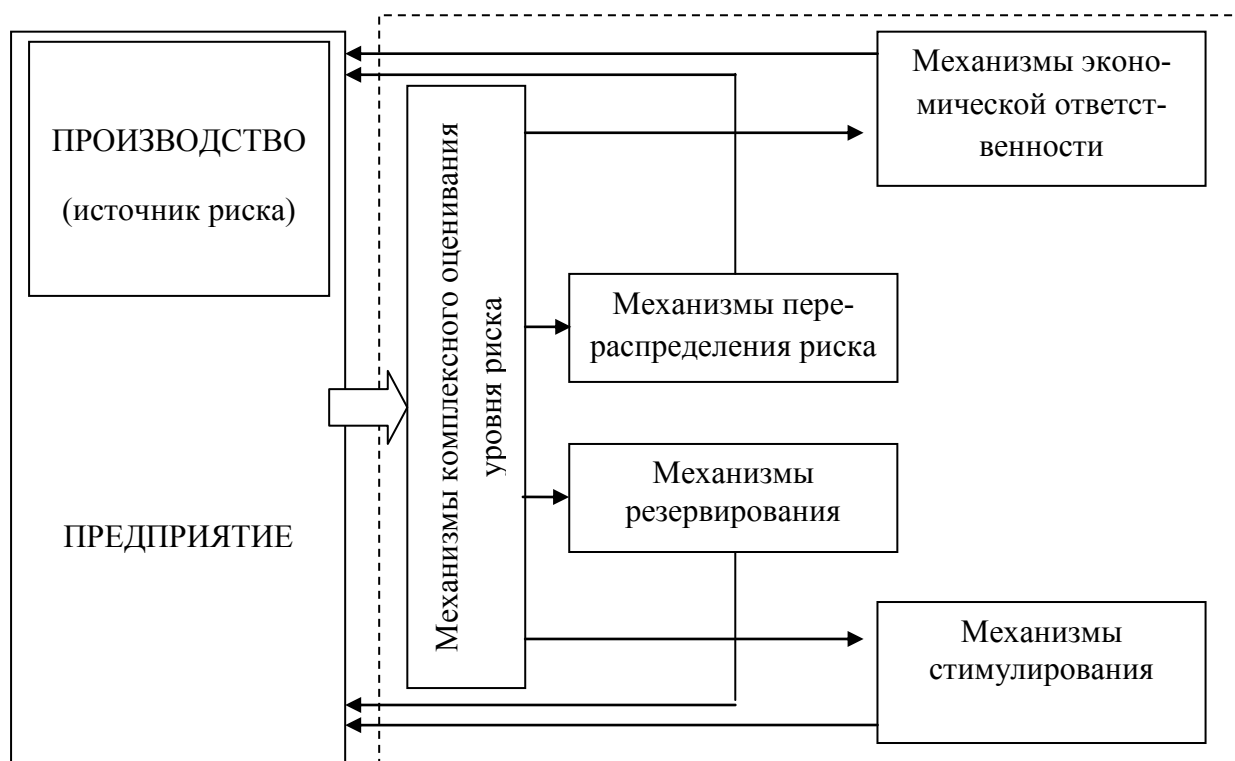


Рис. 1. Структура системы организационных механизмов управления риском

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

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.

Среди современных методов формирования оценки рисков производственных систем предлагается использовать принцип системно-процессного подхода, который позволяет максимально быстро адаптироваться к новым задачам и целям организации.

Во второй главе рассматриваются методы интегральной оценки риска с целью стратегического, тактического и оперативного управления уровнем опасности на производстве.

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 события на ожидаемый ущерб):

$$D = p \times S. \quad (1)$$

На практике, как правило, рассматриваются качественные оценки вероятности ущерба и степени опасности. Для упрощения вычислений предлага-

ется 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 вводится матрица, строки которой соответствуют различным уровням вероятности, а столбцы - различным уровням ущерба (рис. 2).

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

Рис. 2. Матрица степени опасности

Предлагается определять степень опасности сложных рисков на основе простых рисков. Обозначим через 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:

$$p = \frac{D}{S} = \frac{\sum p_i S_i}{\sum S_i}. \quad (2)$$

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.

Рассмотрим задачу снижения уровня вероятности для некоторого фактора риска из таблицы 1. Для решения задачи снижения вероятности введем некоторые обозначения: n – мероприятия, уменьшающие вероятность наступления рискового события; a_i – уменьшение вероятности p при проведении i -го мероприятия; b_i – затраты на проведение i -го мероприятия; A_1 – величина снижения вероятности, требуемая для перевода данного фактора в категорию минимального риска из категории высокого риска; A_2 – величина снижения вероятности, требуемая для перевода фактора в категорию среднего риска из категории высокого риска.

Обозначим $x_i = 1$, если i -е мероприятие вошло в программу снижения риска, $x_i = 0$ в противном случае.

Таким образом, нам нужно определить мероприятия, которые войдут в программу снижения риска с минимальными затратами, т.е. определить x_i , $i = 1, n$, 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. На рис. 3 приведён пример структуры дихотомического представления задачи. Вершины x_1 - x_6 соответствуют набору мероприятий. В вершинах y_1 - Y_5 происходит матричная свертка соответствующих показателей нижнего уровня.

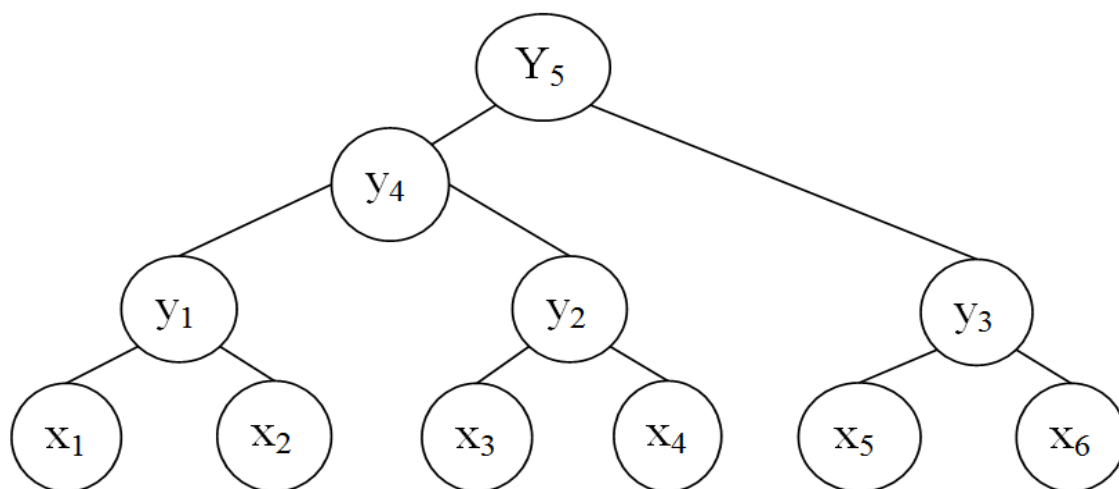


Рис. 3. Структура дихотомического представления задачи

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

При этом величина c^s_{i3} соответствует затратам на сохранение высокого уровня риска (не допустить катастрофы).

Аналогичные задачи решаются для определения минимальной величины затрат c^y_{ij} , требуемых для снижения величин ущерба до минимального или среднего уровня.

Алгоритм разработки программы снижения риска:

1. Определяем минимальные затраты на достижение каждой из интегральных оценок с помощью матричной свертки. Первое число в матрице – величина оценки, второе – затраты на достижение (или сохранение) этой оценки. Двигаясь снизу вверх, получаем для каждой интегральной оценки минимальные затраты c_{ij} (на уменьшение степени опасности от высокого уровня до среднего и низкого). Для этого из клеток матрицы с одинаковыми оценками (первое число) выбираем клетку с минимальными затратами (вто-

рое число). Структура системы комплексного оценивания и примеры матриц свертки приведены на рис. 4 для соответствующих факторов таблицы 1.

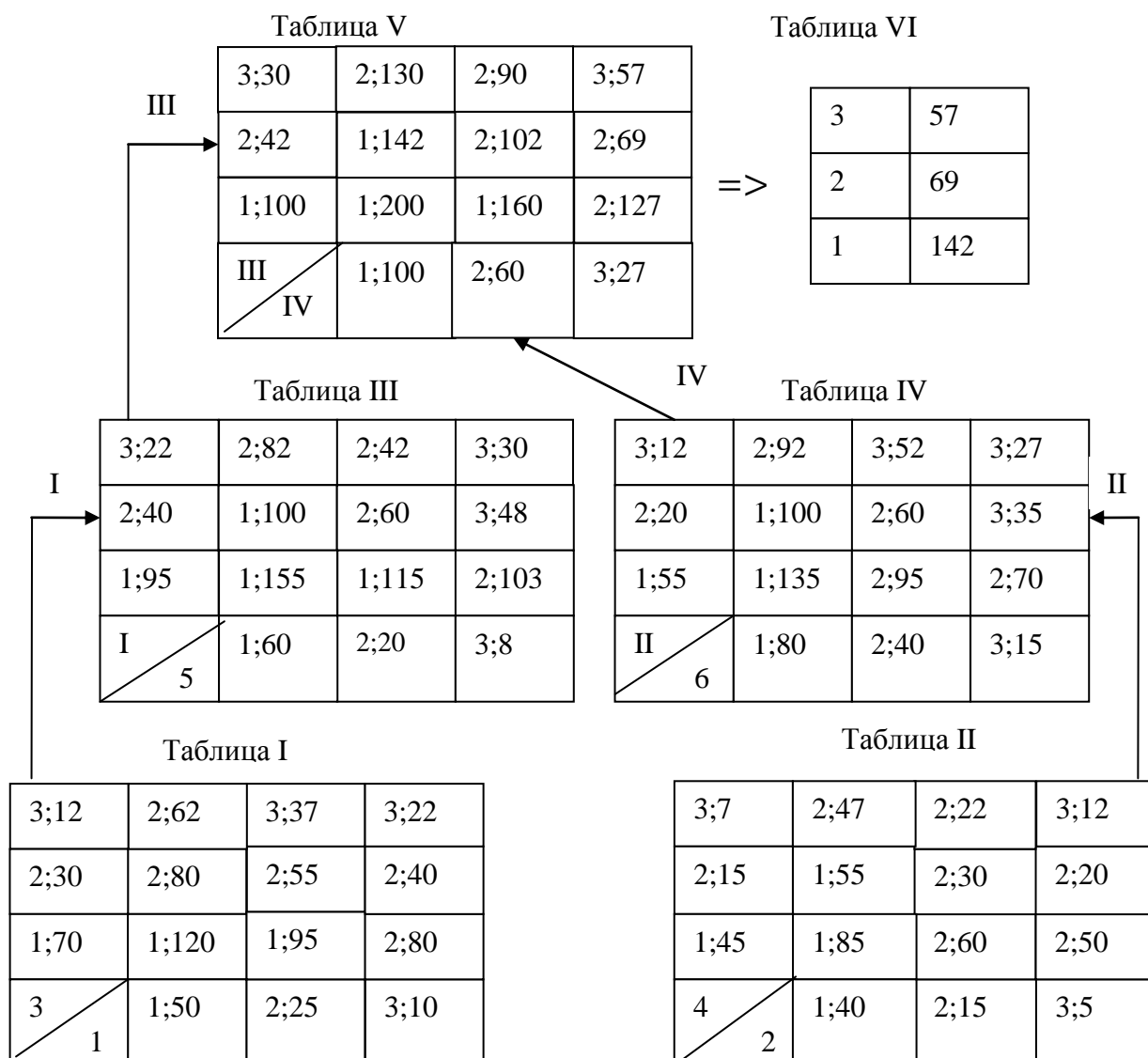


Рис. 4. Система комплексного оценивания

2. Формирование варианта программы, т.е. совокупности оценок факторов, обеспечивающих требуемое значение интегральной оценки с минимальными затратами, происходит методом обратного хода. Для этого последовательно, сверху вниз, определяем, какие исходные значения соответствуют выбранной клетке матрицы. Установив эти значения находим их в матрицах нижнего уровня. Повторяем это, пока не достигнем нижнего уровня структуры дихотомического представления, т.е. конкретных оценок факторов риска. Набор этих оценок и является результатом действия алгоритма.

В третьей 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. Получены условия, определяющие выгодный для элемента план.

Для контроля исполнения плана структурными подразделениями предлагается применение *функции стимулирования встречных планов* (рис. 5).

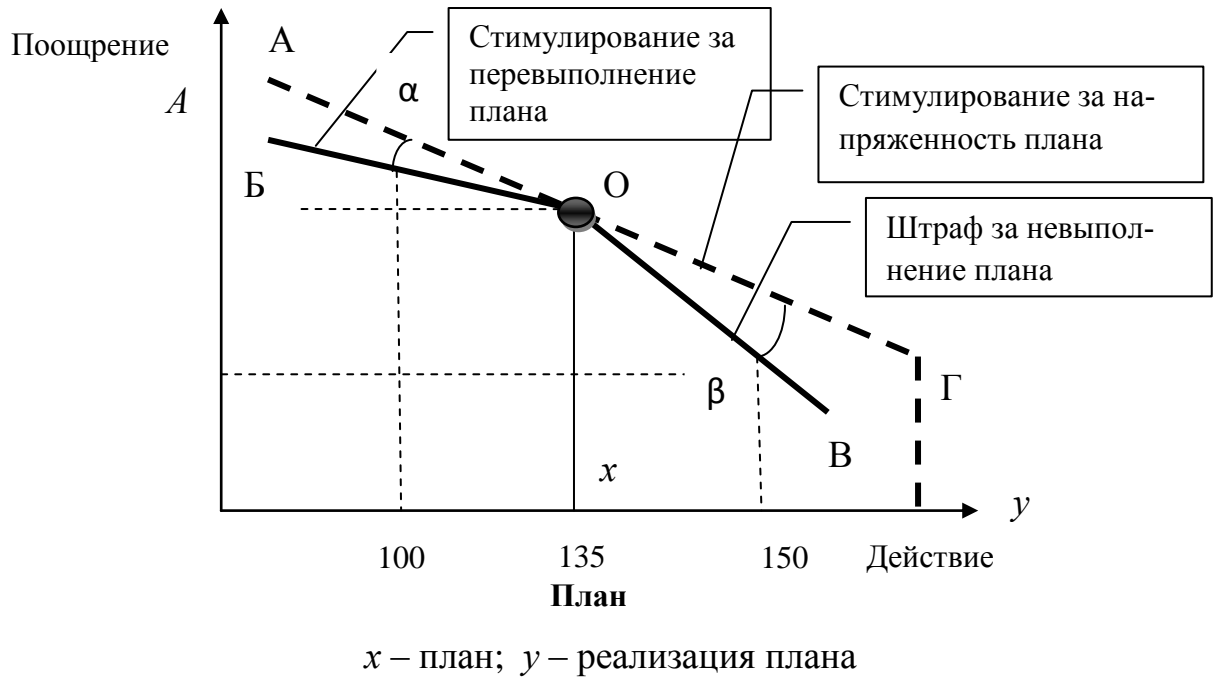


Рис. 5. Функция стимулирования встречных планов

Рассмотрим дискретный случай механизмов стимулирования встречных планов и опережающего самоконтроля. Активный элемент, состояние которого принимает n возможных значений. Обозначим p_i вероятность состояния i , ($i = 1, n$),

$$F_i = \sum_{j=1}^{i-1} p_j \quad (3)$$

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

Рассмотрим функцию штрафа за отклонение состояния j от плана i :

$$\chi(i, j) = \begin{cases} \alpha(i - j), & \text{если } j \leq i \\ \beta(j - i), & \text{если } j \geq i \end{cases} \quad (4)$$

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

$$\Delta(i) = \alpha \sum_{j=1}^{i-1} (i - j) p_j + \beta \sum_{j=i+1}^n (j - i) p_j \quad (5)$$

Условия оптимальности

Определим разность

$$\begin{aligned} \Delta(i+1) - \Delta(i) &= \alpha \left[\sum_{j=1}^i (i+1-j)p_j - \sum_{j=1}^{i-1} (i-j)p_j \right] + \beta \left[\sum_{j=i+2}^n (j-i-1)p_j - \sum_{j=i+1}^n (j-i)p_j \right] = \\ &= \alpha F_{i+1} - \beta(1 - F_{i+1}) = (\alpha + \beta)F_{i+1} - \beta \end{aligned} \quad (6)$$

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

$$F_i \leq q \leq F_{i+1}, \quad (7)$$

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

Таким образом, 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, повышении точности планирования за счет принятия предложенных агентом планов.

Механизм опережающего самоконтроля целесообразно применять, когда реализация программы вероятности достижения тех или иных состояний меняются. В новых условиях ранее назначенное планируемое состояние может оказаться невыгодным исполнителям. Суть механизма в том, что исполнители имеют право корректировать план в силу изменения ситуации. Для того чтобы корректировка плана 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:

$$\eta(\tau; j; i) = \begin{cases} \alpha(i-j) \cdot \frac{\tau}{T}, & \text{если } j < i; \\ \beta(j-i) \cdot \frac{\tau}{T}, & \text{если } j > i. \end{cases} \quad (8)$$

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 выгодности 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

$$F_{i+1}(\tau) < \frac{\beta \left(1 - \frac{\tau}{T}\right)}{\alpha + \beta} \quad (9)$$

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

$$F_{i+1}(\tau) \geq \frac{\beta \left(1 - \frac{\tau}{T}\right)}{\alpha + \beta}. \quad (10)$$

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

$$F_i < \frac{\beta - \alpha \frac{\tau}{T}}{\alpha + \beta}. \quad (11)$$

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

Таким образом, 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).

При экспертно заданных границах, в которых нецелесообразно менять план, данный метод позволяет определить нормативы механизма.

Апробирование предложенной методики интегральной оценки риска предлагается рассмотреть по шести основным факторам на примере ЗАО «Лискигазосиликат».

На основе данной методики получены следующие результаты:

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.

В главе предлагается также применение игрового имитационного моделирования для экспериментальной проверки теоретических результатов и практических предложений по созданию новых экономических механизмов. Подобный игровой подход облегчает работникам-практикам освоение новых экономических механизмов и приобретение опыта их применения.

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

- 1) учебная игра «Управление риском»;
- 2) обучающая игра «Управление рисками»;
- 3) экспериментальная игра «Управление риском».

Подробнее предлагается рассмотреть экспериментальную игру «Управление риском», поскольку она более адекватно отражает моделируемую систему управления риском, а потому является более сложной. Основное отличие этой 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 $s_{ij}, j = \overline{1,2}, i = \overline{1,n}$.

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

$$S(x) = \sum_{ij} s_{ij} x_{ij}, \quad (12)$$

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

$$\sum_j x_{ij} = 1, i = \overline{1,n}, \quad (13)$$

$$\sum_i jx_{ij} \geq Q, \quad (14)$$

где Q – требуемое значение суммарного рейтинга. Для облегчения решения этой задачи (особенно при проведении игры в ручном варианте) целесообразно предложить командам сообщить разности $\Delta_{ij} = S_{ij-1} - S_{i,j}$, $j = 2, 3$, $S_{i3} = r_{i3}$. 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 (12)-(14) легко решается. Достаточно определить значения Δ_{ij} в очередности их возрастания, пока не выполнится ограничение (14).

Получив решение задачи (12)-(14), руководитель определяет величину необходимого финансирования. Центр назначает командам планы по достижению соответствующих уровней риска $\sum_j x_{ij} \cdot j$ и выдает финансирование

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

Проведение 20 игр с числом команд от 4 до 7 показало, что среднее относительное отклонение сообщаемых оценок затрат от истинных составляет 7,5 %, что свидетельствует об эффективности предложенного механизма.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

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».

Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в следующих печатных изданиях:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. 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.
2. 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.
3. 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
4. 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.

Публикации в других изданиях

5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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
10. 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.

11. 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.