

*На правах рукописи*



**ОПАРИН Дмитрий Жоржевич**

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ  
НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
НА ОСНОВЕ РИСК-КОНТРОЛЛИНГА**

Специальности:

08.00.05—Экономика и управление народным хозяйством  
(экономика, организация и управление  
предприятиями, отраслями, комплексами -  
промышленность)

08.00.13—Математические и инструментальные методы экономики

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата экономических наук**

Ижевск - 2010

Диссертационная работа в ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет» (ИжГТУ).

Научный руководитель: доктор экономических наук,  
профессор  
**Лялин Вадим Евгеньевич**

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,  
профессор  
**Дедов Олег Анатольевич**

кандидат экономических наук,  
**Гурьев Игорь Владимирович**

Ведущая организация: **ГОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет» (г. Екатеринбург).**

Защита диссертации состоится 23 ноября 2010г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.275.04 в ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет» по адресу: 426034, Удмуртская республика, г. Ижевск, ул. Университетская, д.1, корпус 4, ауд. 440.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», с авторефератом - на официальном сайте ГОУ ВПО «УдГУ»: <http://v4.udsu.ru/scince/abstract>

Автореферат разослан 22 октября 2010г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат экономических наук,  
профессор



*А.С. Баскин*

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Управление предприятиями нефтедобывающей отрасли обладает рядом особенностей, характерных для предприятий по добыче полезных ископаемых. В структуру активов нефтяных компаний входят нефтяные участки и перспективные площади, основные производственные фонды, лицензии и права на владение и распоряжение территорией и имуществом, другие нематериальные активы. Деятельность предприятий нефтедобывающей отрасли можно разбить на отдельные этапы, по результатам которых можно принимать решения о продолжении деятельности или ликвидации предприятия. К таким этапам принято относить - поиск, разведку, добычу, повышение нефтеотдачи месторождения. Здесь следует отметить наличие начального этапа геолого-разведочных работ, который не приносит прямого возврата инвестиций от продажи нефти, но может существенно увеличить капитализацию нефтяной компании.

Большая часть технико-экономических показателей носит прогнозный характер и, поэтому, тоже являются неопределенными. Другие характеристики проекта полностью определяются настоящим, но тоже точно неизвестны и поэтому являются неопределенными. Например, величина запасов месторождения не зависит от будущего, но точное значение этой характеристики неизвестно. Обычно, есть только некоторая оценка этого параметра. Основным средством снятия этих неопределенностей являются субъективные оценки экспертов и руководителей. Весьма перспективным направлением учета экспертных оценок является теория нечетких множеств.

Предприятия нефтедобывающей отрасли подвержены ряду специфических рисков: риски вызванные неточностями оценок на стадии поисково-разведочных работ; риски обусловленные влиянием рыночных факторов; риски вызванные антропогенными факторами; риски, вызванные форс-мажорными обстоятельствами.

Внедрение методов управления рисками весьма проблематично, если не скоординированы процессы формирования информационной базы, анализа, планирования и контроля рисков. Данную функцию обеспечивает риск-контроллинг, который позволяет своевременно определять проблемные места в деятельности предприятия.

Риск-контроллинг, основанный на сборе, систематизации и анализе сведений о выполняемых процессах, обеспечивает прозрачность выполняемых процессов и дает объективную картину для лиц, принимающих решения.

Принимая во внимание вышеизложенное, можно сделать вывод об актуальности темы диссертации.

**Область исследования.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с требованиями Паспорта специальностей ВАК 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» - Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами - промышленность - пп. 1.1.15. Теоретические и методологические основы эффективности развития предприятий, отраслей и комплексов народного хозяйства; пп. 1.1.26. Теоретические и методические подходы к созданию системы

контроллинга в промышленной организации; 08.00.13-«Математические и инструментальные методы экономики» пп. 1.4. Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений;

**Состояние изученности проблемы.** На формирование положений диссертационного исследования оказали влияние работы, посвященные проблемам контроллинга таких авторов как: Анискина Ю.П., Дедов О.А., Ивашкевич В.Б., Карминский А.М., Фалько С.Г., Шигаев А.И., Кюппер Х., Манн Р., Майер Э., Фолльмут Х., Хан Д. и др.

Вопросы управления рисками при управлении деятельностью предприятий подробно исследовали в своих работах Балдин К.В., Боткин И.О., Балабанов И.Т., Куклин А.А., Лимитовский М.А., Лобанов А.А., Лялин В.Е., Пыткин А.Н., Романова О.А., Татаркин А.И., Уткин Э.А., Шапкин А.С. Управлению экономикой нефтяной и газовой промышленности посвящены работы Андреева А.Ф., Дунаева В.Ф., Забродина Ю.Н., Крайновой Э.А., Крюкова В.А., Шматова В.Ф.

**Целью работы** является проведение комплексных исследований, направленных на разработку экономико-математических моделей управления рисками на нефтедобывающих предприятиях, позволяющих оценивать и контролировать риск, учитывать факторы управленческой гибкости, устанавливать причинно-следственные связи между показателями деятельности предприятия, что будет способствовать повышению эффективности нефтедобывающих предприятий.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих **задач**:

- определить основные этапы проведения процедуры риск-контроллинга и описать основные процессы на основе методологии функционального моделирования;
- построить систему показателей оценки деятельности нефтедобывающих предприятий, включающую группы показателей финансов, рынка и потребителей, бизнес-процессов, развития и инноваций;
- разработать модель причинно-следственных связей между показателями деятельности предприятия на основе нечеткого логического вывода;
- разработать методику параметрической и структурной настройки правил нечеткого логического вывода;
- определить роль реальных опционов в процессе риск-контроллинга на предприятии;
- разработать модель динамики цен на нефть как стохастического процесса с краткосрочной и долгосрочной компонентами;
- разработать модель оценки стоимости реального опциона на основе имитационного моделирования.

**Объектом исследования** являются предприятия нефтедобывающей отрасли.

**Предметом исследования** являются экономические отношения, возникающие в процессе управления нефтедобывающими предприятиями.

**Теоретической и методологической основой исследования** являются

труды отечественных и зарубежных ученых-экономистов, посвященные вопросам контроллинга, риск-менеджмента, управления эффективностью деятельности предприятия, применения экономико-математических моделей при управлении нефтедобывающими предприятиями.

**Основные методы исследования.** Основными методами исследования являются: финансово-экономический анализ связей между показателями деятельности предприятий, положения экономической теории, риск-менеджмента, теория оптимального управления и устойчивости, математическая теория интеллектуальных систем, а также использовались общенаучные методы познания: абстрактно-логический, сравнительный, статистический, функциональный и структурно-уровневый методы исследований.

**Информационную базу исследования** составили законодательные и нормативные акты Федерального и регионального уровней, материалы территориальных органов Федеральной службы государственной статистики, материалы Министерства экономики Удмуртской Республики, данные эмпирических исследований на зарубежных и отечественных предприятиях промышленности.

**Научная новизна** результатов диссертации состоит в следующем:

- разработана концепция построения риск-контроллинга на нефтедобывающем предприятии как контрольно-информационной подсистемы контроллинга, ориентированной на достижение целей риск-менеджмента и обеспечивающей координацию его функций по всем бизнес-процессам (08.00.05 - 1.1.26);

- обоснована процедура риск-контроллинга на нефтедобывающих предприятиях, включающая этапы идентификации рисков, анализа рисков, разработки мероприятий по управлению рисками, мониторинга и контроля (08.00.05 - 1.1.26);

- разработана имитационная модель причинно-следственных связей между показателями деятельности предприятия на основе нечеткого логического вывода, учитывающая статистические данные учетно-аналитических систем, а также экспертные оценки в форме выражений естественного языка (08.00.13 - 1.4);

- выявлена роль реальных опционов в процессе риск-контроллинга как элементов управленческой гибкости на нефтедобывающих предприятиях, проявляющихся в возможностях расширить производство при благоприятном развитии событий, отсрочить или отменить проект в случае неблагоприятного развития событий (08.00.05 - 1.1.15);

- определена модель управления нефтедобычей на основе использования реальных опционов, оценка стоимости которых произведена на основе имитационного моделирования методом Монте-Карло с учетом двухфакторной стохастической модели движения цен на нефть (08.00.13 - 1.4).

**Практическая значимость исследования.** Полученные в ходе диссертационного исследования результаты при их применении на практике обеспечат устойчивое развитие нефтедобывающих предприятий, за счет контроля рисков и снижения их влияния. Использование реальных опционов позволит учесть факторы управленческой гибкости при управлении предприятиями, которая позволяет приостановить или отменить проект, расширить производство, внести дополнительные инвестиции и тиражировать опыт или отсрочить реализацию проекта.

Применение имитационной модели причинно-следственных связей между показателями деятельности предприятия на основе нечеткого логического

вывода позволит выявлять наличие взаимосвязей между показателями детерминированных в количественном выражении, а также прогнозировать результаты деятельности предприятия.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на XXXV Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (Украина, Гурзуф, 2008); XXXIV Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (Украина, Гурзуф, 2008); XXXVI Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» (Украина, Гурзуф, 2009); I Всеросс. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы экономической науки и хозяйственной практики в условиях кризиса» (Москва, 2009); Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы науки» (Кузнецк, 2009); VII всеросс. науч.-практ. конф. «Инновационная экономика и промышленная политика региона» (Санкт-Петербург, 2009); Всеросс. науч.-практ. конф. «От идеи академика С.С.Шаталина о системных подходах к экономике к саморазвивающимся социально-экономическим системам». (Екатеринбург, 2009); Междунар. науч.-практ. конф. «Мировая экономика и социум: от кризиса до кризиса» (Саратов, 2009).

**Реализация работы в практической деятельности.** Полученные в диссертации результаты использованы в ИжГТУ при разработке учебных курсов «Экономика промышленности», «Менеджмент», «Управление рисками».

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 17 работ, общим объемом 10,8 п.л. (личный вклад автора 5,4 п.л.), в т.ч. 2 публикации в журналах, рекомендуемых ВАК для опубликования основных результатов диссертационной работы.

**Структура и объем работы.** Диссертация включает введение, три главы, заключение, список использованной литературы и одно приложение. Основной текст работы, изложенный на 137 с. машинописным текстом, содержит 27 рис., 11 табл., список литературы, содержащий 165 наименований и 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы, исследуется степень разработанности рассматриваемых проблем, определяются цели, задачи, предмет и объект исследования, раскрывается научная новизна и ее практическая значимость.

**В первой главе** - «Теоретическое обоснование формирования риск-контроллинга на нефтедобывающих предприятиях» проведен анализ взглядов на сущность контроллинга, определены принципы построения системы риск-контроллинга, установлены особенности оценки рисков в нефтедобывающей отрасли.

**Во второй главе** - «Формирование модели деятельности предприятия на основе нечеткого логического вывода» проведен анализ проблем построения и внедрения систем показателей, разработана модель причинно-следственных связей между показателями деятельности предприятия на основе нечеткого логического вывода.

**В третьей главе** - «Моделирование оптимального управления нефтедобывающими предприятиями» предложена модель управления процессами нефтедобычи на основе реальных опционов, получены численные решения для оп-

тимального управления добычей нефти.

**В заключении** представлены обобщенные выводы.

## **ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

### **1. Концепция построения риск-контроллинга на нефтедобывающих предприятиях**

В настоящее время не сложилось единого подхода к определению риск-контроллинга. Учитывая анализ основных научных работ по теме исследования, под риск-контроллингом будем понимать контрольно-информационную подсистему контроллинга, ориентированную на достижение целей риск-менеджмента и обеспечивающую координацию его функций по всем бизнес-процессам.

Основная цель риск-контроллинга состоит в информационной поддержке руководства для комплексного и объективного управления процессами риск-менеджмента на предприятии.

На этапах построения и внедрения система риск-контроллинга должна решать следующие задачи:

- выбор показателей - достаточно ответственный и неоднозначный процесс. Особенно это становится очевидным, когда происходит определение нефинансовых показателей. Из рассмотрения необходимо исключить малозначимые факторы;

- оценка целевых ориентиров для ключевых показателей. Успешное развитие предприятия во многом зависит от верно выбранного вектора развития. Слишком высокие значения могут причиной неэффективного использования ресурсов. Слишком низкие - к недозагрузке имеющихся мощностей. Помимо этого, необходимо учитывать фактор неопределенности и нечеткости. Оценка целевых ориентиров производится с учетом среднерыночных показателей, сравнения с показателями предыдущего учетного периода;

- установление связей между показателями. Наличие ясных взаимосвязей между показателями детерминированных в количественном выражении, позволяет определять причины отклонений показателей от нормативных значений и прогнозировать результаты деятельности предприятия;

- регулярное обновление системы показателей, которая должна постоянно поддерживаться в актуальном состоянии. В особенности это касается оценки нормативных значений, данный процесс требует значительных временных, аналитических затрат высшего управленческого звена;

- оценка возможных вариантов развития путем проведения имитационного моделирования системы, с целью предотвращения высоких потерь, а также гибкого реагирования на изменения рынка;

- уточнение стратегических целей и задач при изменении внешних и внутренних условий хозяйствования.

Инструментом контроллинга, который позволяет управлять стратегическими целями предприятия и производить контроль эффективности деятельности бизнес-процессов и предприятия в целом является сбалансированная система показателей. С точки зрения основателей данной системы показателей стратегия - это набор гипотез

о причинах и следствиях, данное определение позволяет представить стратегию в виде карты, на которой стратегические цели соединены причинно-следственными связями. В этой связи применение правил в виде “if - then” видится перспективным направлением. Стратегическая карта представляет контрольный список стратегических компонентов и их взаимодействий (рис. 1). Отсутствие ключевых элементов ведет к провалу стратегии. Выявление зависимостей между показателями бизнес-процессов, позволяет более глубоко понимать тенденции развития, оценивать возникающие риски в случае реализации тех или иных сценариев.

Помимо этого существуют внешний фактор оказывающий влияние на нефтедобывающие предприятия, например это показатели рыночной цены на нефть, налоговые ставки и экспортные пошлины. В разрезе финансовых целей крупное нефтедобывающее предприятие представленное на фондовом рынке ставит первоочередной целью - увеличение рыночной капитализации, которая зависит от представляемой отчетности, показателей прибыли, выручки. Чистая прибыль предприятия зависит от объема затрат на производство и объемов продаж.

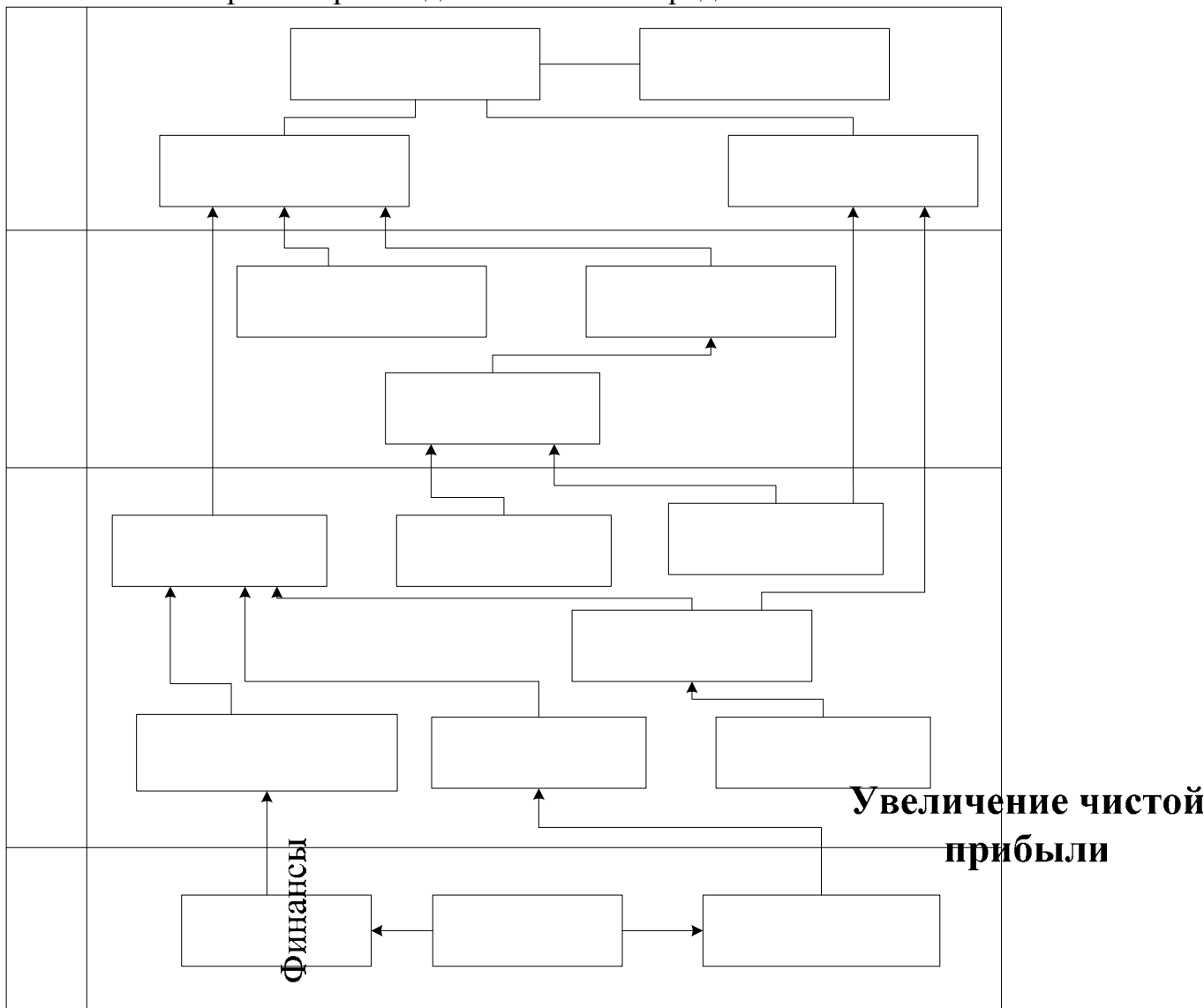


Рис.1. Причинно-следственные связи между элементами стратегии предприятия

Достижение целей увеличения выручки обеспечивается расширением рынков сбыта, увеличением долгосрочных контрактов и повышением дебита



нефти. Переходя к бизнес-процессам, стоит отметить наиболее важные стратегические цели, такие как повышение дебита нефти, оптимизация фонда скважин, повышение экологичности производства и повышение уровня доставки. Развитие и инновации нефтедобывающего предприятия зависят от разработки новых технологий нефтедобычи, внедрения современных систем 3D моделирования и обучения персонала новым технологиям. Система показателей, построенная для рассмотренного предприятия, представлена в табл. 1.

Таблица 1

## Система показателей развития предприятий нефтедобычи

Уровень системы показателей	Показатели	Вид показателя
Финансы	- рыночная капитализация компании - чистая прибыль компании - выручка от реализации продукции - затраты по добыче нефти	Страт. Страт. Страт. Страт.
Клиент-Рынок	- доля по сегментам рынка - рентабельность продаж - доля долгосрочных контрактов - уровень репутации компании - уровень удовлетворенности покупателей	Страт. Страт. Страт. Страт. Страт.
Бизнес-процессы	<i>Производство продукции</i> - качество нефти - себестоимость добычи - удельные капиталовложения в добычу - степень загрузки производственного оборудования - удельная стоимость каждой тонны прироста дебета - степень ритмичности производства <i>Доставка нефти</i> - количество нарушений требований по доставке - доля своевременной доставки - степень снижения длительности доставки <i>Ремонт и модернизация скважин (оборудования)</i> - уровень состояния скважин - количество случаев простоя по причине неисправности скважин - степень своевременности ремонта скважин - средние затраты на ремонт одной скважины - степень снижения длительности ремонта скважин - количество ремонтов скважин <i>Экологичность производства</i> - уровень выбросов в атмосферу, сточные воды и т.п. - затраты на повышение экологичности производства	Страт. Страт. Страт. Страт. Страт. Опер.  Опер. Опер. Опер.  Страт. Опер. Опер. Опер. Опер. Опер.  Страт. Опер.
Развитие	Доля сотрудников компании, соответствующих требованиям Индекс удовлетворенности сотрудников компании Доля затрат на НИОКР Количество патентов Капиталовложения в обучение	Страт. Опер. Опер. Опер. Опер.

Используя математический аппарат нечеткой логики и получаемые при этом правила позволяют сохранить наглядность, присущую классической сбалансированной системы показателей. Указание точного значения сложно и имеет смысл лишь

как некий ориентир. В силу того, что неизвестны функциональные зависимости влияния всех переменных друг на друга, и построение точной математической модели невозможно, имеет смысл использовать нечеткий логический вывод, имитирующий мыслительную деятельность лица принимающего решения.

Всегда существует интервал допустимого варьирования переменной, в силу невозможности учесть и предсказать влияние всех факторов, например макроэкономических рисков. Кроме того, переход к лингвистическим переменным позволяет уйти от абсолютных значений и тем самым унифицировать построенные правила.

## 2. Процедура проведения риск-контроллинга на нефтедобывающих предприятиях

Процедура проведения риск-контроллинга должна включать следующие этапы (рис. 2):

1. Этап идентификации рисков. Эксперт формирует реестр рисков событий. Данный этап начинается с заполнения данных по рисковому событиям: формируется перечень рисков событий, заполняются данные по категориям рисков событий, формируются перечни ответственных лиц за риск, формируются перечни причин рисков событий, перечень мероприятий по реагированию на риски и формируется перечень ключевых индикаторов риска.

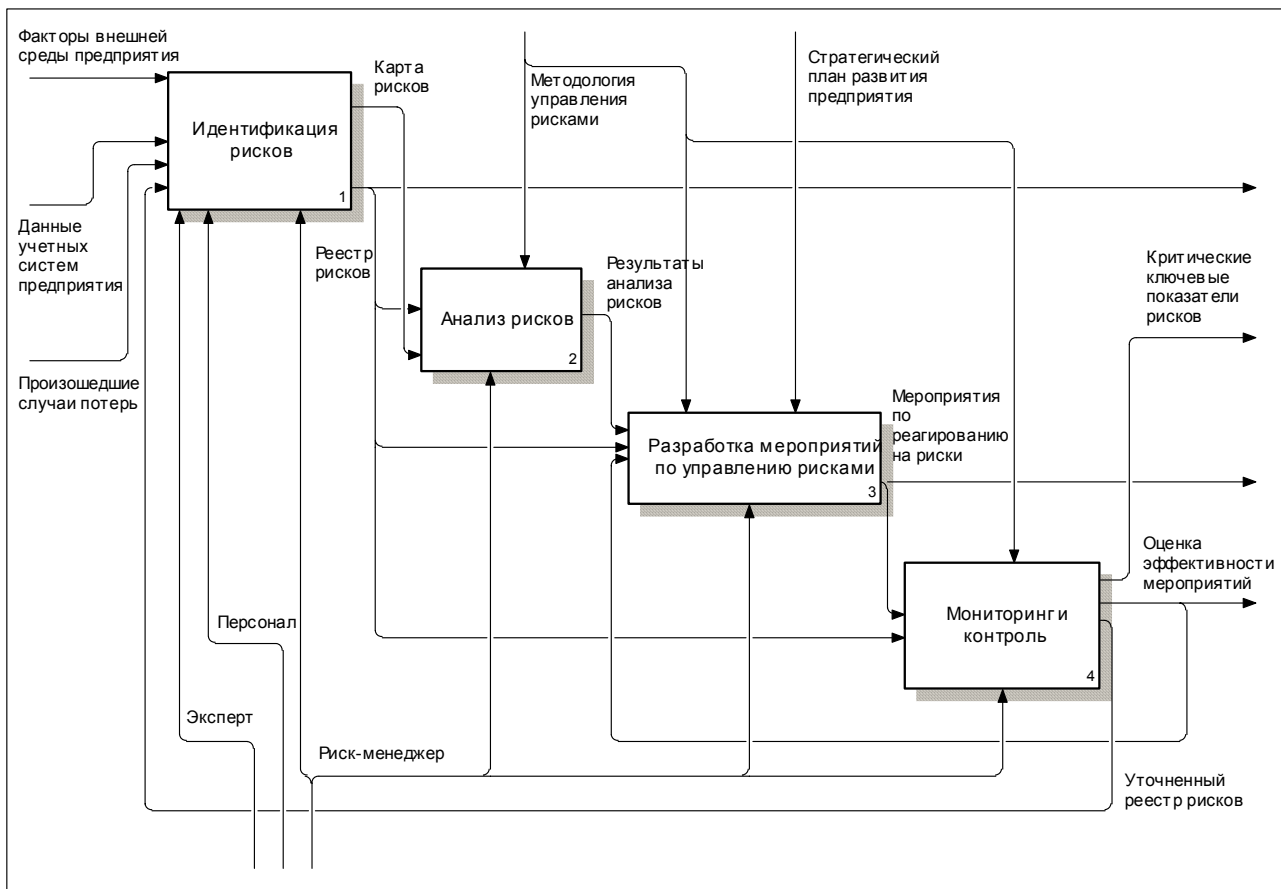


Рис.2. Процедура проведения риск-контроллинга на предприятии

Эксперт заполняет данные по категориям, перечню ответственных лиц. Заполнение оставшихся данных производится с учетом требований высшего

менеджмента и акционеров. Кроме того, эксперт анализирует имеющуюся на предприятии информацию по уже произошедшим рисковым событиям и заносит эту информацию в базу данных. Ввод данных на этапе идентификации рисков сопровождается встречами с менеджментом и персоналом предприятия.

Для целей визуального анализа, а также для понимания иерархии рисков событий эксперт задает связи между рисковыми событиями и создает карту рисков. Проведя идентификацию рисков, эксперт формирует отчет, который будет частью комплексного отчета по управлению рисками, предоставляемого менеджменту и акционерам компании.

2. Этап анализа рисков. После формирования реестра рисков риск-менеджер проводит анализ риска. Анализ риска включает две большие группы методов анализа риска - качественный и количественный. Результаты данных подгрупп анализ дополняют друг друга, а качественный анализ, как правило, предшествует количественному.

Риск-менеджер выбирает нужный ему метод анализа рисков, проводит настройку данного метода и сохраняет результаты анализа. Используя полученные результаты анализа, риск-менеджер формирует рекомендации по разработке мероприятий по реагированию на риски. Проведя моделирование и анализ рисков, риск-менеджер составляет отчет о проведенном исследовании, который является частью комплексного отчета по управлению рисками.

3. Этап разработки мероприятий по управлению рисками.

Риск-менеджер, используя рекомендации, полученные на этапе анализа рисков, разрабатывает мероприятия по реагированию на риски, назначает ответственных и ключевые показатели риска. Риск-менеджер отдельно формирует мероприятия по предотвращению рисков, по ослаблению влияния данных рисков и по реагированию на уже реализовавшиеся риски. Риск-менеджер, формирует отчет о мероприятиях по реагированию на риски.

4. Этап мониторинга и контроля. Риск-менеджер заносит ключевые показатели рисков и мероприятия по реагированию на риски в модуль мониторинга и контроля. В соответствии с календарным планом, осуществляется мониторинг ключевых показателей риска. В случае отклонения от нормативных значений риск-менеджер формирует перечень критических ключевых показателей, осуществляет оценку эффективности мероприятий по реагированию на риски и пересматривает данные мероприятия.

Процесс мониторинга и контроля осуществляется на предприятии непрерывно. Анализ рисков выполняется по мере необходимости и/или в соответствии с календарным планом. Риск-менеджер, формирует комплексный отчет, содержащий результаты идентификации рисков, анализа рисков, разработанные мероприятия по реагированию на риски, а также результаты мониторинга и контроля за прошедший период (квартал, год).

### **3. Имитационная модель причинно-следственных связей между показателями деятельности предприятия на основе нечеткого логического вывода**

Стратегическая карта определяет список наиболее важных стратегических целей и их причинно-следственных связей. Применение стратегической карты за-

канчивается формированием стратегических целей, характеризующих их показатели и связей между ними. Однако ее использование может быть расширено путем привлечения методов анализа данных. В работе стратегическая карта развития предприятия преобразована в имитационную модель на основе нечеткого логического вывода. Использование зависимостей между показателями бизнес-процессов, позволяет более глубоко понимать тенденции развития, оценивать возникающие риски в случае реализации тех или иных сценариев.

Для задания связей между показателями и численных расчетов использованы адаптивные модели нейро-нечеткого вывода. Нечеткие системы требуют решения следующих задач:

1. Задание структуры правил вида «if-then». Это обычно делают эксперты. Задание правил - трудоёмкий процесс, который чреват возникновением ряда проблем.

2. Задание функций принадлежности. Нечеткое множество полностью определено его функцией принадлежности. В случае если множество имеет гауссовский закон распределения, необходимо определить его параметры.

Имея статистические данные можно обучить в системе ANFIS правила и функции принадлежности. ANFIS - адаптивная сеть, то есть сеть узлов и направленных связей. Они называются адаптивными, потому что узлы обладают параметрами, которые могут настраиваться и влиять на выход. Эти сети устанавливают зависимости между входами и выходами.

Рассмотрим простую архитектуру ANFIS с двумя выходами X и Y и одним выходом F. Круглые узлы представляют узлы, которые зафиксированы, тогда как квадратные узлы - узлы, у которых есть параметры, которые будут обучены. В общем виде правила нечеткого логического вывода по типу Сугено выглядят следующим образом.

$$\begin{aligned} \text{If } x \text{ is } A_1 \text{ and } y \text{ is } B_1 \quad \text{THEN } f_1 &= p_1x + q_1y + r_1 \\ \text{If } x \text{ is } A_2 \text{ and } y \text{ is } B_2 \quad \text{THEN } f_2 &= p_2x + q_2y + r_2 \end{aligned}$$

Слой 1. Каждый узел (i) в этом слое является настраиваемым с функцией принадлежности  $O_{1,i} = \mu_{A_i}(x), i = 1, 2, O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y), i = 3, 4$

Где x (или y) входные переменные в узле i, а  $A_i$  и  $(B_{i-2})$  - лингвистические термы (например «низкий» или «средний»), принадлежащие данной переменной. Другими словами  $O_{1,i}$  - значение функции принадлежности нечетких множеств A и B. Функции принадлежности могут быть различными, но применение нормального распределения, достаточно точно описывает используемые нами термы («низкий», «средний»):

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{a_i} \right|^{2b_i}}$$

где  $a_i, b_i, c_i$  - параметры, требующие обучения. Параметры этого слоя являются исходными параметрами.

Слой 2. Все узлы в данном слое заранее определены и не настраиваются

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x)\mu_{B_i}(y), \quad i = 1, 2$$

Можно использовать любую T-норму, которая реализует нечеткое «И».

Слой 3. Данный слой содержит также заранее определенные узлы, которые рассчитывают значение степени активации правил:  $O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}$

Выходы данного слоя называются нормализованными степенями активации.

Слой 4. Узлы данного слоя настраиваются, генерируется набор правил:

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i)$$

Параметры этого слоя  $(p_i, q_i, r_i)$  - итоговые параметры

Слой 5. Содержит единственный узел, который вычисляет итоговый выход

$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}$$

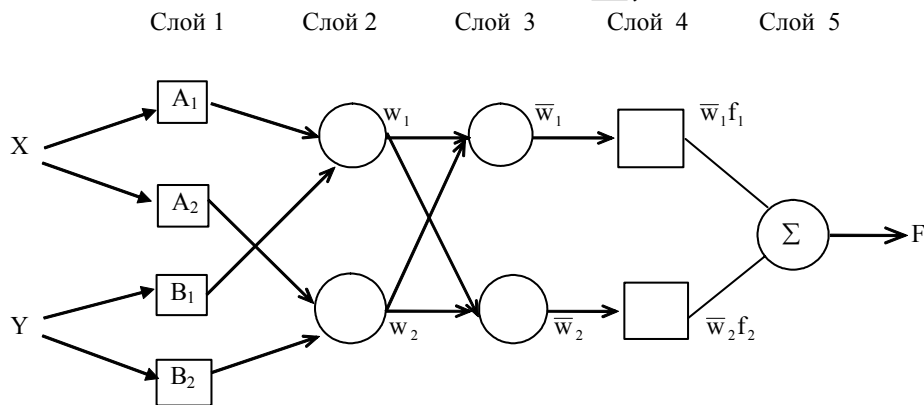


Рис.3. Архитектура ANFIS для двух правил

Системы нечеткого логического вывода основываются на применении того или иного метода структурной оптимизации для определения структуры ее базы правил. В работе использован метод классификации и регрессии (classification and regression tree или CART). С небольшими изменениями CART можно использовать для идентификации структуры базы правил нечеткой системы. Рассмотрим основные шаги, необходимые для генерации системы нечеткого логического вывода на базе CART.

В результате тестирования с выбором оптимального уровня отсечения был построен график на рис. 4, где пунктирная линия соответствует минимальной (помечена кружком) на одну величину среднеквадратической ошибки. Там же квадратом помечено дерево (уровень отсечения) с наименьшим количеством листьев и стоимостью, расположенной ниже пунктирной линии. Это дерево с 35 листьями и было выбрано для дальнейших расчетов.

Поскольку дерево регрессии - это частный случай дерева решений, то его можно представить в виде набора четких правил. Обозначим множество независимых переменных и параметров на входе дерева как  $\{x_i | i = \overline{1, I}\}$  и зависимую переменную на выходе дерева как  $y$ . Любое правило состоит из посылки и следствия. Посылка в данном случае представляет собой результат сравнения  $x_i$  с некоторым пороговым значением  $w_n$  в  $n$ -м узле дерева ( $n = \overline{1, N}$ ). Пусть  $v_n \in \overline{1, I}$  - это индекс входной переменной, по которой происходит сравнение в  $n$ -м узле дерева. У каждого узла дерева, кроме терминальных узлов (листьев),

есть два потомка: левый и правый. Если результат  $x_{v_n} < w_n$  истинен, то дальнейшие сравнения проводятся в левом дочернем узле.

Если истинен результат  $x_{v_n} \geq w_n$ , то дальнейшие сравнения проводятся в правом дочернем узле. В дальнейшем, не конкретизируя тип отношения, будем записывать просто  $x_{v_n} \circ w_n$ . Тогда любое правило можно представить в следующем общем виде:

$$\text{ЕСЛИ } \bigcap_m x_{v_m} \circ w_m \text{ ТО } y = y_l, \quad (1)$$

где  $m \in \overline{1, N}$  - индекс узла, только через который можно попасть в  $l$ -й лист. Для того чтобы четкое правило (1) сделать нечетким, необходимо фаззифицировать посылки и следствие правила. В посылке  $x_{v_n} \circ w_n$  заменяется операцией принадлежности нечеткому множеству  $\mathcal{A}_n$ , т.е.  $x_{v_n} \in \mathcal{A}_n$ . Это равносильно вычислению функции принадлежности  $\mu_{\mathcal{A}_n}(x_{v_n})$ , в роли которой была выбрана сигмоидная функция:

$$\mu_{\mathcal{A}_n}(x; \alpha_n, c_n) = \text{sig}(x; \alpha_n, c_n) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_n(x-c_n)}}, \quad (2)$$

где обычно  $c_n = w_n$ ;  $\alpha_n$  либо настраивается пользователем, либо вычисляется автоматически. Причем, знак  $\alpha_n$  определяет тип нечеткого отношения.

В процессе построения дерева использовалась обучающая выборка, которую можно представить как упорядоченное множество наблюдений  $\mathcal{S} = \{(x_{1,d}, \dots, x_{l,d}, y_d) \mid d = \overline{1, D}\}$ . При обходе дерева каждому  $q$ -му узлу, в том числе и терминальному, можно установить подмножество  $\mathcal{S}_q \subset \mathcal{S}$  как результат разбиения  $\mathcal{S}_n \subseteq \mathcal{S}$  для  $n$ -го узла, являющегося родителем  $q$ -го узла. Разбиение осуществляется в соответствии с  $x_{v_n} \circ w_n$ . При этом справедливы равенства

$$\bar{x} = \frac{1}{D_n} \sum_{d=1}^{D_n} x_{v_n, d} \text{ и } y_l = \frac{1}{D_l} \sum_{d=1}^{D_l} y_d.$$

Вычислим следующую среднеквадратическую ошибку:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{D_n} \sum_{d=1}^{D_n} (x_{v_n, d} - \bar{x})^2}. \quad (3)$$

В результате, параметр  $\alpha_n$  в (2) можно связать с  $\sigma_n$  следующим образом:

$$\alpha_n = \frac{1}{K \sigma_n} \ln \left( \frac{1 + \text{erf}(K/\sqrt{2})}{1 - \text{erf}(K/\sqrt{2})} \right), \quad (4)$$

где  $\text{erf}(x)$  - функция ошибок;  $K > 0$ .

Выбор  $\alpha_n$  по (4) обеспечивает равенство площадей под  $\text{sig}(x; \alpha_n, c_n)$  и функцией Лапласа  $\Phi(x; c_n, \sigma_n)$  в интервале  $[-K\sigma_n; K\sigma_n]$ . Эксперименты показали, что выбор  $K = 1$  вполне удовлетворителен.

Следствие в нечетком правиле по Сугено представляется в следующем виде:

$$f_l = p_{0,l} + \sum_{i=1}^I p_{i,l} x_i. \quad (5)$$

Обозначим  $\mathbf{X}_l = [x_{i,d}]^T$  - матрица наблюдений входных переменных, попавших в  $l$ -й лист, и  $\mathbf{y}_l = [y_d]$  - вектор наблюдений выходной переменной в этом же листе. Тогда для нахождения вектора неизвестных параметров  $\mathbf{p}_l = [p_{m,l}]$ ,  $m = \overline{0, I}$  требуется решить следующие нормальные уравнения:

$$\tilde{\mathbf{X}}_l^T \tilde{\mathbf{X}}_l \mathbf{p}_l = \tilde{\mathbf{X}}_l^T \mathbf{y}_l, \quad (6)$$

где  $\tilde{\mathbf{X}}_l = [\mathbf{X}_l | \mathbf{1}]$  - дополненная единицами справа матрица входных наблюдений.

Решение (6) может осуществляться любым подходящим методом факторизации матрицы  $\tilde{\mathbf{X}}_l$ . Если же  $\tilde{\mathbf{X}}_l$  окажется вырожденной, тогда можно воспользоваться моделью Сугено нулевого порядка:

$$p_{0,l} = y_l, p_{i,l} = 0, i = \overline{1, I}. \quad (7)$$

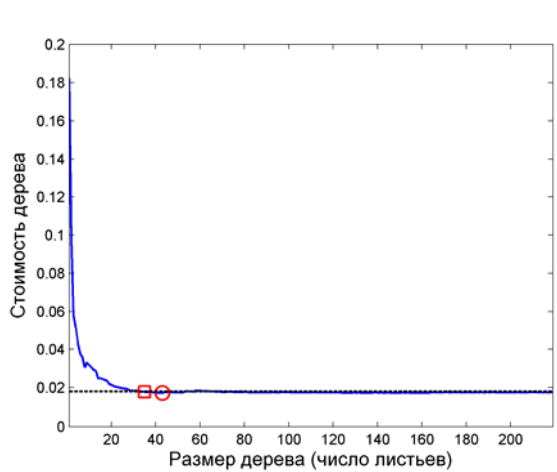


Рис. 4. Стоимость дерева в зависимости от его размера

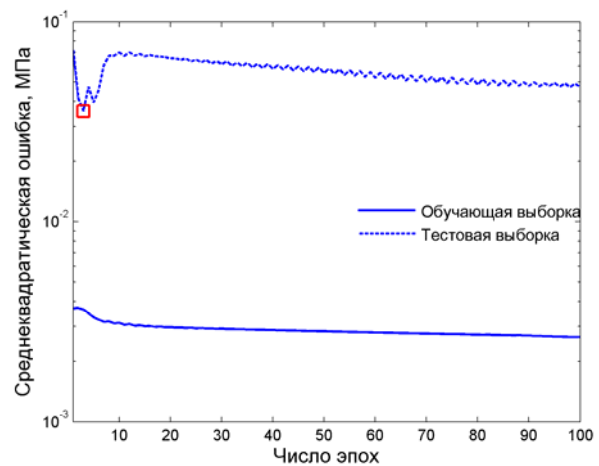


Рис. 5. Среднеквадратическая ошибка по обучающей и тестовой выборкам

После того, как будет определена структура нечеткой системы, требуется ее параметрическая настройка (оптимизация). В работе настройка осуществлялась на базе ANFIS с использованием той же обучающей выборки, что и при построении CART. Во избежание переобучения нечеткой системы на данном этапе проводился контроль по тестовой выборке. На рис. 5 приведены графики среднеквадратических ошибок, полученных по обучающей и тестовой выборкам. Квадратом отмечена нечеткая система, имеющая минимальную ошибку на тестовом множестве.

Эффективным инструментом моделирования причинно-следственных связей являются обобщенная маркированная сеть Петри (СП), которая представляет собой систему  $G = (P, R, F_A, F_B, \mathbf{M}_0)$ , где  $P = \{p_1, \dots, p_n\}$  - конечное множество позиций;  $R = \{r_1, \dots, r_h\}$  - конечное множество переходов;  $F_A, F_B$  - входная и выходная функции переходов;  $\mathbf{M}_0 \in N^n$  - вектор начальной маркировки СП.

Структура СП может быть определена как  $S = (P, R, F_A, F_B)$  или  $G = (S, \mathbf{M}_0)$ . Графически обобщенная СП изображается ориентированным дву-

дольным ориентированным мультиграфом.

Динамика изменения начальной и последующих маркировок СП после ее запуска определяется несколькими правилами.

1. Правило определения текущего состояния СП. Состояние СП определяется его маркировкой  $\mathbf{M} = (M_1, \dots, M_n)$ . Компонента вектора  $M_i$  соответствует позиции  $p_i, i = \overline{1, n}$ .

2. Условие активности переходов. Переход  $r_j \in R, j = \overline{1, h}$  является активным (разрешенным) при некоторой маркировке  $\mathbf{M} = (M_1, \dots, M_n)$ , если выполняется  $M_i \geq F_A(r_j, p_i)$ . Это означает, что переход активный, если в каждой из его входных позиций содержится такое количество маркеров, которое больше или равно количеству дуг, соединяющих  $i$ -ю позицию с  $j$ -м переходом.

3. Правило срабатывания перехода. Если выполняется условие (2) и переход  $r_j \in R, j = \overline{1, h}$  активен при маркировке  $\mathbf{M} = (M_1, \dots, M_n)$ , то срабатывание этого перехода приводит к новой маркировке  $\mathbf{M}' = (M'_1, \dots, M'_n)$  и  $M'_i = M_i + F_B(r_j, p_i) - F_A(p_i, r_j)$ .

Нечеткая СП типа  $G^f$  определяется как  $G^f = (S, \mathbf{f}, \boldsymbol{\lambda}, \mathbf{M}_0)$ , где  $S = (P, R, F_A, F_B)$  - структура обобщенной СП;  $\mathbf{f} = (f_1, \dots, f_h), f_j \in [0, 1], j = \overline{1, h}$  - вектор значений функций принадлежности нечеткого срабатывания переходов;  $\boldsymbol{\lambda} = (\lambda_1, \dots, \lambda_h), \lambda_j \in [0, 1], j = \overline{1, h}$  - вектор значений порога срабатывания переходов;  $\mathbf{M}_0 = (M_{10}, \dots, M_{n0})_0$  - вектор начальной маркировки с компонентами  $M_{i0} \in [0, 1], i = \overline{1, n}$ , определяемыми значением функции принадлежности нечеткого наличия одного маркера в  $i$ -й позиции.

В случае правила с несколькими условиями вида *if*  $\bigcap_{i=1}^m x_i$  *is*  $A_i$  *then*  $y$  *is*  $B$ , соединенных операцией нечеткой конъюнкции, входные позиции  $p_i$  соответствуют условиям  $A_i$ . Нечеткие СП дают возможность решения задач моделирования и управления, в которых неопределенность имеет субъективный характер.

#### **4. Определена роль реальных опционов в процессе риск-контроллинга как элемента управленческой гибкости на нефтедобывающих предприятиях**

В настоящее время подавляющее большинство предприятий для оценки инвестиционных проектов использует метод дисконтированных денежных потоков. Он показывает, насколько увеличится стоимость предприятия при реализации данного проекта. Однако такой подход рассматривает не все аспекты экономической ценности, а именно, он полностью исключает из внимания факторы стратегических перспектив роста, а также возможностей управленческой гибкости, то есть тех факторов, которые сложно учесть с помощью денежных потоков. Метод дисконтированных денежных потоков рассматривает инвестиционный проект, как однажды принятый и остающийся без изменения на протяжении всего жизненного цикла проекта. Реальные условия таковы, что кон-



кретная стратегия развития имеет различные варианты ее реализации.

В методе дисконтированных денежных потоков при оценке рискового дисконтирующего коэффициента возникают проблемы с оценкой коэффициента бета. Поскольку схожие предприятия могут также иметь вложенные опционы, которые влияют на бету. Поэтому брать их в качестве аналога для оценки проекта не корректно.

Риск рассматривается в концепции дисконтированных денежных потоков исключительно как негативный фактор - он увеличивает ставку дисконтирования и уменьшает конечную стоимость проекта для предприятия. Тем не менее, при активном управлении риск также может нести ценность для проекта. Управленческая гибкость может проявляться в следующем:

- приостановить или отменить проект, в случае неблагоприятного развития событий;
- расширить производство, внести дополнительные инвестиции и тиражировать опыт при благоприятном развитии событий;
- отсрочить проект для наступления более благоприятной ситуации;
- изменить стратегию развития предприятия в соответствии с новыми условиями;
- сократить отрицательную сторону рисков, увеличив положительную.

Реальные опционы позволяют учесть управленческую гибкость при оценке инвестиционных проектов. Подход, основанный на реальных опционах, позволяет принимать более обоснованные решения в тех случаях, когда по прошествии времени неопределенность, присущая проекту может проясниться. В этом случае лицо принимающее решение может внести необходимые коррективы в стратегические решения.

Теория реальных опционов применяется для оценки инвестиционных проектов в области природных ресурсов, разработки фармацевтических препаратов, при оценке венчурных проектов, патентов, интеллектуальной собственности др.

Отличие реальных опционов от финансовых состоит в том, что реальные опционы предъявляют требования на реальные активы (природные ресурсы, патенты или результаты производства), а не на финансовые (акции, облигации).

Проекты нефтедобычи состоят из нескольких стадий, и каждая последующая стадия происходит только после успешного завершения предыдущей. Управленческая гибкость в этом случае заключается в возможности выбрать оптимальное время для продолжения и остановки стадии проекта, либо завершить данный проект в целом. Опцион на конкретную стадию осуществления проекта - это опцион на опцион.

Инвестируя на данном этапе, менеджмент покупает возможность, но не обязанность продолжать проект на следующем этапе. Стадии инвестиционных проектов и соответствующие реальные опционы представлены в табл. 2.

В течение стадии разведки принимается решение о пробном бурении, относительные затраты которого не так велики. В случае успешности стадии разведки, то есть ресурс был обнаружен, у фирмы возникает опцион на проведение разработки. Стадия разведки является реальным колл-опционом на проект разработки месторождения.

Стадии процессов нефтедобычи и соответствующие реальные опционы

Стадия	Актив	Вложенный опцион(ы)
Поисково-разведочные работы	Поисковое месторождение	Опцион на остановку Опцион на продолжение
Разработка	Неразработанные запасы	Опцион на отсрочку разработки
Добыча	Подготовленные запасы/Добыча Добыча с другим масштабом	Опцион на продолжение Опцион на остановку Опцион на отказ

Если стадия разведки подтвердила имеющиеся запасы нефти, нефтедобывающее предприятие может принимать решение о развертывании строительства эксплуатационных скважин. Стадия разработки - реальный колл-опцион на проект добычи нефти.

На стадии добычи у фирмы имеются опционы на увеличение добычи, опцион на временную остановку скважины, опцион на отказ от добычи.

Практическое применение теории реальных опционов в нефтедобыче позволяет: находить оптимальное время для приостановки, начала или отмены проекта на всех стадиях; принимать решение о выборе между альтернативными инвестиционными проектами; учитывать элементы управленческой гибкости при разработке стратегии предприятия; учитывать стохастический характер входящих в модель переменных, например цен на нефть.

## 5. Модель управления процессами нефтедобычи на основе реальных опционов

Для определения стоимости реального опциона необходимо идентифицировать стохастический процесс движения цен на нефть. Выделим несколько существенных особенностей динамики цен. Во-первых, это высокая волатильность.

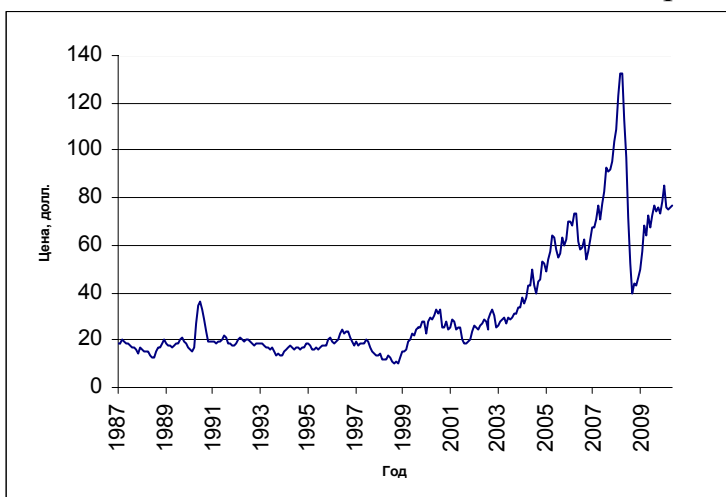


Рис. 6. Динамика цен на нефть

Стремительный рост в начале 1971 г. с 1.9 долл. за баррель цена поднялась до 12.8 долл. в конце 1974 г. и 39 долл. в начале 1981 г. Рецессия снизила цены на нефть до 11 долл. в июне 1986 г. Очевидно, что волатильность с 1987 г. по настоящее время еще более высокая (рис. 6)

Во-вторых, цены на нефть имеют тенденцию колебаний около средних значений,

это хорошо видно на месячных и недельных графиках. Отмечается, что ценам на нефть присуща сезонность, обусловленная цикличностью спроса на нефтепродукты, однако этот факт не имеет однозначного мнения среди ученых.

В связи с отмеченным выше, для оценки цен на нефть будем использовать двухфакторную модель. Цена на нефть состоит из краткосрочной компо-

ненты возвращения к среднему и долгосрочной компоненты, описываемой арифметическим Броуновским движением.

Стоимость фьючерса - ожидаемое значение спот цены, поэтому рыночную стоимость фьючерса в момент времени  $t$  с датой погашения  $T$  и учетом риск-нейтральности будем находить как:  $Ln(F_{t,T}) = e^{-\kappa(T-t)} X_t + Y_t + A(T,t)$  Для дискретного времени (8)-(10) может быть записано следующим образом (табл. 3, столбец 2), где  $\varepsilon_j^1 = (W_{\tau_j}^X - W_{\tau_{j-1}}^X)$ , а  $\varepsilon_j^2 = (W_{\tau_j}^Y - W_{\tau_{j-1}}^Y)$ . Отметим, что для дискретного времени формула (9) аналогична модели авторегрессии первого порядка AR(1), а формула (10) - процесс случайного блуждания со сносом. Для модели AR(1), в общем виде  $X_{j+1} = \varphi_0 + \varphi_1 X_j + u_j$ , в случае если  $|\varphi_1| > 1$  -  $X_t$  - нестационарный, влияние прошлых ошибок в нем не уменьшается, а увеличивается с течением временем. Когда  $|\varphi_1| = 1$ , то это процесс случайного блуждания. Если  $|\varphi_1| < 1$ , то  $X_t$  стационарный.

Таблица 3

**Двухфакторная модель стохастических процессов**

Для непрерывного времени	Для дискретного времени
$S_t = \exp(X_t + Y_t)$ (8)	$S_t = \exp(X_t + Y_t)$
$dX_t = -\kappa X_t dt + \sigma dW_t^X$ (9)	$X_j = \kappa\theta\Delta t + (1 - \kappa\Delta t)X_{j-1} + \sigma\varepsilon_j^1$
$dY_t = \mu dt + \eta dW_t^Y$ (10)	$Y_j = \mu\Delta t + Y_{j-1} + \eta\varepsilon_j^2$

где  $W_t$  - стандартное Броуновское движение, для которого  $M[W_t] = 0$ ,  $D[W_t] = 1$ ; коэффициент  $\kappa$  показывает темп возвращения к среднему;  $\sigma, \eta$  - среднеквадратическое отклонение для краткосрочной и среднесрочной компонент;  $\mu$  - параметр сноса. Предполагаем, что процессы  $W_t^X$  и  $W_t^Y$  коррелированы  $dW_t^X dW_t^Y = \rho_{XY} dt$  (11).  $S_t$  - итоговый процесс динамики нефти.

Перепишав дискретный процесс AR(1) следующим образом,  $X_{j+1} = \theta(1 - e^{-\kappa\Delta t}) + e^{-\kappa\Delta t} X_j + \sigma e^{-\kappa\Delta t} (W_{j+1}^* - W_j^*)$ , можно определить параметры модели  $\varphi_0 = \theta(1 - e^{-\kappa\Delta t})$ ,  $\varphi_1 = e^{-\kappa\Delta t}$ .

Сложность нахождения оценок заключается в том, что оценка требует наличия данных по компонентам  $X_t$  и  $Y_t$ . Оценка параметров модели произведена с помощью итерационной процедуры. Определяются  $X_t$  и  $Y_t$ , с помощью

нелинейного МНК  $g(X_i, Y_i) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (\ln(F_{T,t}) - \bar{F})^2$ , где  $\bar{F}$  - логарифм наблюдаемых

цен на фьючерсы. Методом максимального правдоподобия находятся оценки для долгосрочной и краткосрочной компонент.

Данная процедура повторяется до тех пор пока разница между оценками параметров в двух итерациях не превышает  $10^{-5}$ . Таким образом, получив модель для динамики цен, можем определять стоимость реальных опционов, зависящих от динамики цен на нефть. Поскольку существует возможность начать добычу нефти через какой-то промежуток времени, можно рассматривать данное месторождение как

реальный опцион американского типа. Кроме того введем предположение, что все резервы месторождения  $Q$  могут быть извлечены одномоментно, при затратах на добычу одного барреля нефти  $A$ . Учитывая затраты на добычу, НДС -  $\tau_1$  и налог на прибыль -  $\tau_2$ , получаем  $CF(S_t) = (Q(S_t(1 - \tau_1) - A) - I)(1 - \tau_2)$ ,  $T$  - время действия скважины,  $I$  - размер первоначальных инвестиций.

Данную оценку будем проводить с помощью метода Монте-Карло. Сначала, генерируется  $N$  траекторий, для  $t=0..T$ . Для любого американского опциона оптимальный момент исполнения находится путем сравнения стоимости опциона при немедленном исполнении с ожидаемым значением в следующий момент времени (в случае продолжения). Данная процедура проводится с момента времени  $t=T$  до  $t=0$ , в момент времени  $t=T$  ожидаемое значение в случае продолжения равно 0. Размер выплаты находится для каждой траектории  $C(S_{T-\Delta t}^k) = \text{Max}(CF(S_{T-\Delta t}^k); 0)$ .

В момент времени  $t = T - \Delta t$  процедура повторяется для каждой траектории, однако уже необходимо рассчитывать ожидаемое значение опциона в случае продолжения. В данном случае, ожидаемое значение опциона можно считать как аналитическую формулу для расчета опциона европейского типа.

Для расчета ожидаемого значения стоимости опциона будем использовать метод наименьших квадратов. Для этого будем использовать базисные функции  $p^j, j=1..M$  для переменной  $S_{T-\Delta t}^k$ , которые будут использоваться в качестве объясняющих переменных для переменной  $S_T^k$ . МНК имеет следующую постановку:  $a = \arg \min \sum_{\omega=1}^N \left[ C(S_T^k) e^{-r\Delta t} - \sum_{j=1}^M a^j p^j(S_{T-\Delta t}^k) \right]^2$

Оценки коэффициентов  $\hat{a}$ , используются для оценки ожидаемого значения в случае, когда опцион не исполняется:  $\hat{G}(S_{T-\Delta t}^k) = \sum_{j=1}^M \hat{a}^j p^j(S_{T-\Delta t}^k)$

Поэтому значение выплаты для моментов времени  $t = 0..T - 2\Delta t$  находится следующим образом:  $C(S_t^k) = \text{Max}(CF(S_t^k); \hat{G}(S_t^k))$

Найдя значение выплат для всех траекторий, необходимо найти значение стоимости опциона. Значения выплат дисконтируются к моменту времени  $t=0$ , находится среднее значение по всем траекториям.

Данный алгоритм содержит следующие этапы:

1. Рассчитываются приращения модели стохастических процессов для дискретного времени. При разбиении срока действия опциона на  $N$  частей длительностью  $\Delta t$  аппроксимируется стохастический процесс следующим образом:  $X_j = \kappa\theta\Delta t + (1 - \kappa\Delta t)X_{j-1} + \sigma\varepsilon_j^1$ ;  $Y_j = \mu\Delta t + Y_{j-1} + \eta\varepsilon_j^2$ ;  $S_t = \exp(X_t + Y_t)$

2. Генерируя случайную переменную  $\varepsilon \square N(0,1)$ , рассчитываются  $N$  случайных траекторий  $S_t^k$  для  $1 \leq k \leq N$  (рис. 7).

3. Рассчитываются приведенные выплаты по опциону для каждой траекто-

рии в момент времени  $T$ .

4. Переходим к моменту времени  $t=t-1$ . Определяются траектории в деньгах (для которых размер выплаты  $CF(S_t) > 0$ ).

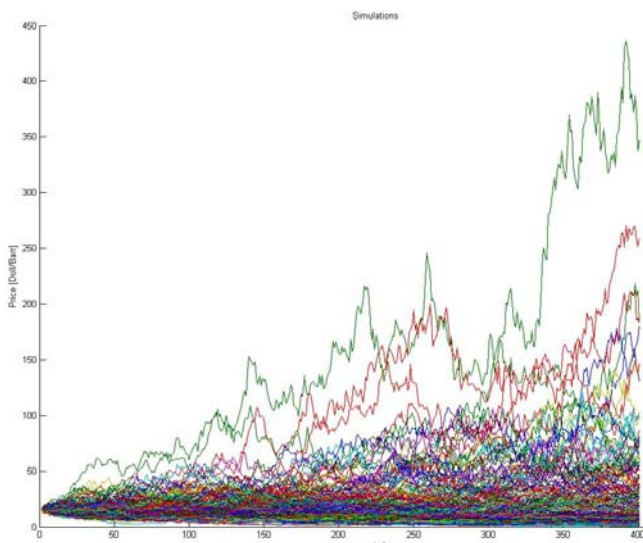


Рис. 7. Имитации траекторий цен на нефть по методу Монте-Карло

$CF(S_t^k) > G(S_t^k)$ .

7. Для каждой траектории определяется значение выплаты  $CF(S_t^k)$  если он исполняется, иначе значение выплаты равно 0.

8. Переход к шагу 5, если  $t \geq 2$ .

9. Находится среднее значение по всем траекториям для дисконтированных значений выплат.

Рассмотрим Карсовайское месторождение (ОАО «Удмуртнефть», Удмуртия). При расчете модели учитывались следующие параметры (табл.4).

Таблица 4

Основные параметры проекта

Параметр	Значение
Среднесуточная добыча, тонн	60
Среднегодовой период работы скв., дней	330
Запасы нефти, млн. тонн	18,0
Цена нефти руб./тонн	12 000,0
НДС	18%
Выручка от продаж, нефти руб./тонн	10169,49
Расходы на продажи на 1 тонну, руб./т	2 700,0
Налог на прибыль	24%
Амортизация эксп. скважин	6,7%
Амортизация остального имущества	3,3%
Налог на имущество	2,2%
Ставка дисконтирования денежных потоков	7%
Затраты на эксплуатационное бурение, млн. руб.	65,00

Анализ моделирования денежных потоков позволяет рассчитать итоговые показатели деятельности проекта (рис. 8). Модель без учета опционов дает  $NPV$  равный 12169,32 млн. рублей.

5. Для траекторий цен в деньгах методом наименьших квадратов оцениваются коэффициенты уравнения регрессии:

$$\alpha_i : \hat{G}(S_{T-\Delta t}^k) = \sum_{j=1}^M \hat{a}^j p^j(S_{T-\Delta t}^k)$$

Уравнение регрессии аппроксимирует зависимость значений выплат в момент времени  $t+1$  от ортонормированных базисных функций  $p_j(S_t)$ , например, полиномов Хермита, Лежандра, Якоби.

6. Определяются опционы, которые будут исполнены. Исполнены будут опционы, для которых

Расчет стоимости реальных опционов позволяет учесть факторы управленческой гибкости. Для данного месторождения стоимость проекта с учетом и без учета опционов представлена в табл. 5.

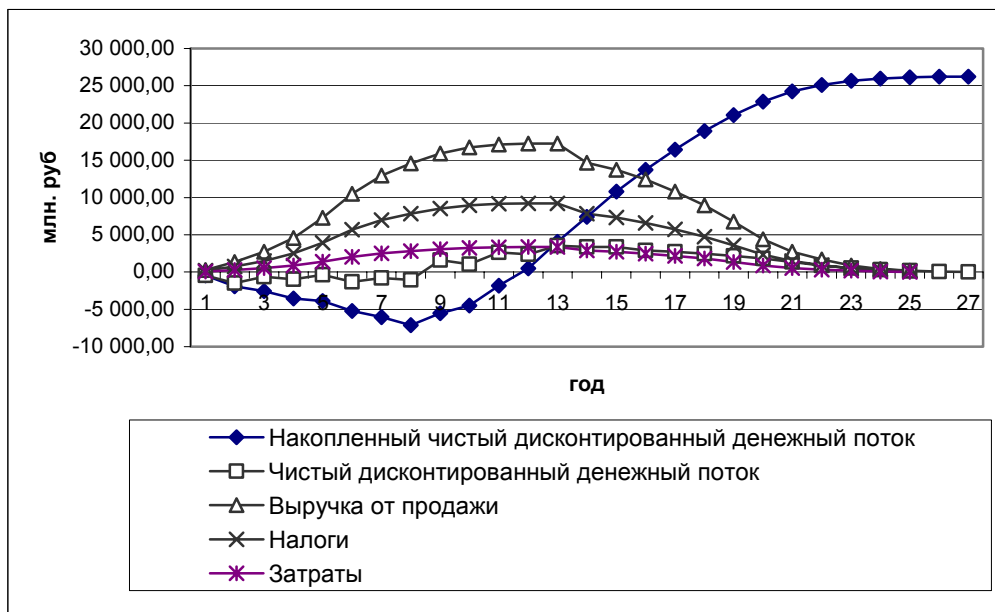


Рис. 8. Денежные потоки по проекту разработки месторождения

Таблица 5

Стоимость проекта с учетом и без учета опционов, млн. руб

NPV, без учета опционов	Стоимость операционных опционов	Стоимость опционов стадии разработки	Стоимость опционов стадии разведки	Общее значение стоимости проекта
12169,32	3189,56	1589,56	865,33	17813,77

Операционные опционы соответствуют возможностям оптимального открытия, приостановления деятельности или полного закрытия месторождения. Опционы разработки соответствуют возможности оптимальных инвестиций в разработку месторождения. Опционы разведки соответствуют возможности оптимальных инвестиций на стадии разведки.

### НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Опарин Д.Ж. Формирование системы риск-контроллинга на нефтедобывающих предприятиях // *Экономические науки*. 2010. - № 9(70). - 0,6 п.л.

2. Воловник А.Д., Уланов С.В., Опарин Д.Ж. Методы оптимизации управления финансовыми ресурсами предприятия // *Аудит и финансовый анализ*. - 2009. - №4.- 4,5 п.л.

3. Уланов С.В, Опарин Д.Ж. Измерение глубины финансовых рисков путем восстановления функции плотности распределения значений финансовых величин // *Математические модели и информационные технологии в организации производства: период. науч.-практ. журнал*. - 2008. - №1(14). - 0,3 п.л.

4. Уланов С.В, Опарин Д.Ж. Построение модели управления малым и

средним бизнесом в условиях дефицита статистических данных // Математические модели и информационные технологии в организации производства: период. науч.-практ. журнал. - 2008. - №1(14). - 0,4 п.л.

5. Опарин Д.Ж. Прогноз инвестиционных характеристик финансовых активов // Труды 4-го международного форума «Актуальные проблемы современной науки». Гуманитарные науки. Часть 28. Экономические науки. Самара: Самарский государственный областной университет. - 2008. - 0,2 п.л.

6. Опарин Д.Ж. Алгоритм нейросетевой многофакторной нелинейной динамической модели для анализа эффективности деятельности предприятий // Матер. XXXV Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе».- Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2008. - 0,3 п.л.

7. Опарин Д.Ж. Реальные опционы как альтернатива DCF анализу корпоративных инвестиционных проектов // Матер. XXXIV Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе».- Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2008. - 0,4 п.л.

8. Опарин Д.Ж. Проблемы управления инвестиционными процессами на промышленных предприятиях // Матер. XXXVI Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе».- Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2009. - 0,5 п.л.

9. Уланов С.В., Опарин Д.Ж. Оптимизация объемов производственных запасов на предприятиях// Математические модели и информационные технологии в организации производства: период. науч.-практ. журнал. - 2009. -№ 1(17). - 0,2 п.л.

10. Опарин Д.Ж. Принципы стратегического динамического планирования на промышленном предприятии // Матер. I Всеросс. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы экономической науки и хозяйственной практики в условиях кризиса». - Москва, 2009. - 0,5 п.л.

11. Опарин Д.Ж. Методы оценки эффективности стратегий развития предприятий промышленности // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы науки». - Кузнецк, 2009. 0,3 п.л.

12. Опарин Д.Ж. Оценка влияния инновационных инфокоммуникационных технологий на развитие промышленных предприятий // Матер. VII всеросс. науч.-практ. конф. «Инновационная экономика и промышленная политика региона». - СПб. 2009. Т.1.- 0,5 п.л.

13. Опарин Д.Ж. Показатели устойчивого развития промышленных предприятий // Матер. научно-практической конференции «Демидовские чтения». - Тула, 2009.- 0,3 п.л.

14. Хабибуллин Р.М., Опарин Д.Ж. Системный подход к оценке эффективности инвестиционных проектов производственных предприятий // Матер. XXXVI Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе».- Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2009. - 0,2 п.л.

15. Тененев В.А., Опарин Д.Ж. Нечеткое моделирование системы управления интеллектуальным капиталом // Мат. Всеросс. науч.-практ. конф. «От идеи академика С.С.Шаталина о системных подходах к экономике к саморазви

вающимся социально-экономическим системам». - Екатеринбург: Изд-во ИЭ УрО РАН. - 2009. Т.3. - 0,4 п.л.

16. Опарин Д.Ж. Метод многокритериальной оценки реализации стратегии как инструмент контроллинга // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Мировая экономика и социум: от кризиса до кризиса». - Саратов, 2009. - 0,5 п.л.

17. Опарин Д.Ж. Интеграция стратегического и оперативного управления предприятием // Наука и экономика: период. науч.-практ. журнал. - 2010. - 0,6 п.л.