

На правах рукописи

**Захарова Александра Александровна**

**МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ  
НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ**

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных  
и экономических системах

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Томск – 2017

Работа выполнена в Юргинском технологическом институте (филиале) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ЮТИ ТПУ) и в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный консультант **Мицель Артур Александрович**,  
доктор технических наук, профессор

Официальные  
оппоненты **Пимонов Александр Григорьевич**,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой прикладных информационных  
технологий ФГБОУ ВО «Кузбасский  
государственный технический университет имени  
Т.Ф. Горбачева»

**Парфенова Мария Яковлевна**,  
доктор технических наук, профессор,  
руководитель научно-исследовательского центра  
ЧОУ ВО «Московский университет имени  
С.Ю. Витте»

**Новичихин Алексей Викторович**,  
доктор технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой транспорта и логистики  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
индустриальный университет»

Ведущая организация **ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет»**

Защита состоится 12 октября 2017 года в 14-00 на заседании диссертационного совета Д.212.268.05 в ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по адресу: 634050, г.Томск, пр.Ленина, 40, ком.201.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ТУСУРа по адресу: г. Томск, ул. Красноармейская, 146 и на сайте ТУСУРа по адресу: <https://storage.tusur.ru/files/57881/dissertation.pdf>

Автореферат разослан «    »                      2017 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Е.Ю. Костюченко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В последнее время возросла востребованность стратегического управления социально-экономическими системами (СЭС) различных видов. Это обусловлено сложившейся устойчивой тенденцией к сокращению горизонта стратегического планирования, ускорению изменений среды, повышению агрессивности и непредсказуемости внешней среды, снижению временного лага для принятия решений. Качество стратегических решений становится определяющим фактором для выживания и эффективного функционирования СЭС.

Ключевыми проблемами принятия стратегических решений в любой СЭС являются:

– необходимость обработки в процессе принятия решений слабоформализуемой экспертной и интуитивной информации об объекте и субъекте управления, внешней среде СЭС;

– неопределенность, вызванная отсутствием, неполнотой и возможной противоречивостью информации о факторах и элементах среды СЭС, их взаимосвязях, их влиянии на стратегическое развитие СЭС, а также слабой предсказуемостью социально-экономических процессов, протекающих в СЭС и вне её.

Решение этих проблем является актуальной задачей при осуществлении стратегического управления СЭС, разработке методов принятия стратегических решений и создании предметно-ориентированных систем поддержки принятия стратегических решений.

Несмотря на разнообразие СЭС и существующие отличия в практике стратегического управления ими, имеются схожие (повторяющиеся, типовые) задачи принятия стратегических решений, возникающие в любой СЭС. Это обусловлено, во-первых, самой методологией стратегического управления, предполагающей использование типовых элементов и этапов стратегического управления, а во-вторых, ролью ЛПР и экспертов в обосновании стратегических решений, возможностями использования экспертных знаний на основных этапах стратегического управления. Для таких типовых задач целесообразна разработка единого методологического инструментария, что позволит повысить эффективность и качество процессов стратегического управления.

Проблема исследования состоит в недостаточной проработанности теоретических и методологических основ создания моделей и программного обеспечения поддержки принятия стратегических решений, учитывающих совокупность следующих аспектов: выделение типовых задач принятия решений на основных этапах стратегического управления; возможность обработки экспертной информации для обоснования решений; универсальность моделей поддержки принятия решений для различных видов СЭС; создание программного обеспечения для решения типовых задач принятия стратегических решений на основе экспертных знаний.

**Степень проработанности проблемы.** Проблема имеет междисциплинарный характер, и её решение находится на пересечении трех сфер научных исследований.

*Теория и методологические основы стратегического управления* нашли своё отражение в трудах многих зарубежных и отечественных исследователей, таких как Ансофф И., Портер М., Минцберг Г., Котлер Ф., Томпсон А., Стрикленд А., Нортон Д., Каплан Р., Клейнер Г.Б., Чандлер А., Абель Д., Макаров В.Л., Азовев Г.Л., Фатхутдинов Р.А. и другие. Рассматриваются различные аспекты стратегического управления: методы стратегического анализа, вопросы организации стратегического планирования и контроля, особенности применения методов стратегического управления в конкретных сферах функционирования СЭС и др.

Среди исследователей, занимающихся разработкой *методов принятия решений, направленных на решение задач обработки экспертной информации и принятия решений в условиях неопределенности*, можно выделить несколько групп. Теоретические и практические аспекты принятия решений на основе системного анализа освещены в трудах Перегудова Ф.И., Тарасенко Ф.П., Анфилатова В.С. и др. Задачи разработки методов многокритериальной оценки альтернатив нашли свое отражение в трудах таких авторов, как Ларичев О.И., Емельянов С.В., Кини Р.Л., Райфа Х., Парето В., Эджворт Ф., Руа Б., Петровский А.Б., Гусев В.Б., Подиновский В.В. и другие.

Задачи разработки методов принятия решений на основе того или иного математического аппарата (теории) освещаются в трудах исследователей по следующим наиболее известным научным направлениям: теория нечетких множеств – Заде Л., Борисов А.Н., Крумберг О.А., Жуковин В.Е., Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Орловский С.А., Недосекин А.О., Поспелов Д.А., Орлов А.И., Кофман А., Бочарников В.М.; теория игр – Нейман Дж., Моргенштерн О., Мак Кинси Дж., Нэш Д., Губко М.В., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г.; имитационное моделирование – Емельянов А.А.; Бурков В.Н.; нейронные сети – Барский А.В., Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С.; когнитивные карты – Кузнецов О.П., Кулинич А.А., Федулов А.С., Коско Б., Силов В.Б., Новичихин А.В.; анализ иерархий – Саати Т., Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., Ногин В.Д., Кравченко Т.К.; вероятностно-статистические методы – Орлов А.И., Дик В.В., Айвазян С.А., Мхитарян В.С., Ширяев А.Н. и др.

Задачи извлечения и обработки экспертных знаний, организации экспертиз исследовались такими учеными как Новиков Д.А., Губанов Д.А., Райков А.Н., Орлов А.И., Литвак Б.Г., Дорофеев А.А., Сидельников Ю.В., Трахтенгерц Э.А., Фатхутдинов Р.А. и другими.

*Вопросы разработки программного обеспечения для поддержки стратегических решений* рассматриваются в трудах Силова В.Б., Кулинича А.А., Бочарникова В.М., Мамонова В.И., Трахтенгерца Э.А. и других. Также много исследований проводится по разработке моделей, методов и средств информационного обеспечения поддержки принятия решения для узких специализированных задач, обусловленных особенностями СЭС, объекта управления и др.

Несмотря на большое количество работ, близких к проблеме настоящего исследования в том или ином аспекте, в литературе на сегодняшний день не представлено теоретико-методологическое обоснование создания математического и программного обеспечения для решения типовых задач принятия стратегических решений на основе экспертных знаний.

Таким образом, актуальна разработка универсальных моделей и программного обеспечения поддержки принятия стратегических решений, основанных на использовании экспертных знаний и обеспечивающих повышение качества и обоснованности управленческих решений на слабоформализуемых и неформализуемых этапах стратегического управления.

**Объектом исследования** является процесс стратегического управления в социально-экономических системах различного вида.

**Предметом исследования** являются методы и модели поддержки принятия решений, обеспечивающие обработку экспертных знаний в процессе стратегического управления социально-экономической системой, а также программное обеспечение систем поддержки принятия стратегических решений.

**Цель исследования** – разработка моделей поддержки принятия стратегических решений, способствующих повышению обоснованности решений на основе экспертных знаний, а также концепции системы поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС, обеспечивающей экономию ресурсов при создании программного обеспечения предметно-ориентированных систем поддержки принятия стратегических решений.

**Задачи:**

1. Провести анализ проблем принятия стратегических решений в социально-экономических системах, выделить основные признаки классификации СЭС как объектов стратегического управления.

2. Выявить типовые задачи принятия стратегических решений, требующие привлечения экспертов. Проанализировать возможности существующих методов и программного обеспечения стратегического управления СЭС для решения типовых задач.

3. Разработать комплекс универсальных моделей поддержки принятия решений, позволяющий обрабатывать экспертную информацию в типовых задачах принятия стратегических решений для СЭС различных видов из предложенной классификации.

4. Исследовать применимость предложенных универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений, а также возможность их интеграции со специализированными методами и моделями путем разработки систем поддержки принятия стратегических решений в СЭС разных видов.

5. Разработать концепцию системы поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС на основе экспертных знаний.

**Методы исследования:** системный анализ, методы стратегического управления, нечеткие методы принятия решений, метод анализа иерархий, экспертные методы, статистические методы, методы объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна** исследования состоит в создании комплекса универсальных моделей поддержки принятия решений на основе экспертных знаний для типовых задач принятия решений на этапах стратегического анализа, выбора и контроля, а также концепции СППР для стратегического управления СЭС.

Результаты, характеризующиеся научной новизной:

1. Типовые задачи принятия стратегических решений на основе экспертных знаний, выявленные для основных этапов стратегического управления СЭС. Их отличительными особенностями являются существенная роль экспертных оценок и суждений в обосновании решений на этапах стратегического анализа, выбора и контроля, а также наличие этих задач в стратегическом управлении СЭС любого вида.

2. Модели оценки факторов стратегического развития СЭС, позволяющие формализовать субъективные представления экспертов о стратегических факторах СЭС на основе нечетких моделей. В отличие от существующих подходов, модели отражают представления эксперта о желаемом (допустимом, требуемом) уровне проявления данного фактора СЭС и/или его влиянии на достижение стратегического состояния СЭС; дают возможность получения как лингвистических, так и количественных оценок факторов СЭС для заданных входных значений; позволяют моделировать постепенное изменение принадлежности конкретных значений факторов оцениваемому уровню; учитывают условия и особенности получения и обработки экспертной информации для оценки конкретного фактора СЭС.

3. Нечеткие модели и технология SWOT-анализа СЭС, позволяющие в отличие от существующих, формализовать экспертные знания и суждения о факторах среды и их взаимосвязях, получаемые в виде качественных описаний, и в то же время, ранжировать факторы среды и их сочетания на основе количественных оценок, что позволяет получать дополнительную информацию для генерирования альтернатив стратегического развития СЭС.

4. Иерархическая модель оценки проектов стратегического развития СЭС, позволяющая в отличие от существующих на основе экспертных суждений оценить вклад проектов (альтернатив) развития СЭС в достижение целевого стратегического состояния СЭС с учетом влияния и целей действующих во внешней и внутренней среде СЭС сил.

5. Модель интегральной оценки стратегического развития СЭС, позволяющая получать обобщенную оценку продвижения СЭС к установленным целевым ориентирам стратегического развития (контролировать достижение целевого стратегического состояния). При этом в отличие от существующих моделей, по набору количественных и качественных целевых ориентиров рассчитывается нечеткая оценка, характеризующая степень близости текущего состояния СЭС к целевому стратегическому состоянию.

6. Комплекс универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений, позволяющий в отличие от существующих, обрабатывать экспертную информацию в типовых задачах принятия решений на основных этапах стратегического управления социально-экономическими системами различного вида.

7. Концепция системы поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС на основе экспертных знаний, позволяющая конструировать предметно-ориентированные системы поддержки принятия стратегических решений и отличающаяся от существующих предлагаемым набором универсальных программных модулей, реализующих комплекс универсальных моделей.

**Теоретическая значимость работы** заключается в том что, раскрыты новые существенные аспекты теории принятия решений в стратегическом управлении социально-экономическими системами, выявлены и формализованы типовые задачи принятия решений на основных этапах стратегического управления СЭС, требующие привлечения экспертов, а также их взаимосвязи. Создан комплекс взаимосвязанных универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений для типовых задач стратегического управления социально-экономической системой на основе экспертных знаний, который может быть применен в СЭС различных видов. Разработаны концепция и единый методологический подход к созданию программного обеспечения систем поддержки принятия стратегических решений (СППСР).

**Практическая значимость работы.** Комплекс универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений и концепция системы поддержки принятия стратегических решений позволяют разрабатывать СППСР для СЭС различного вида. Внедрение таких СППСР повышает качество и обоснованность стратегических решений на этапах стратегического анализа, выбора и контроля. На основании предложенного подхода были разработаны и внедрены программные комплексы систем поддержки принятия решений для пяти организаций, представляющих различные виды социально-экономических систем. Результаты исследования могут использоваться предприятиями и организациями различных сфер деятельности и уровня при создании систем поддержки принятия решений для эффективного стратегического управления. Также результаты могут использоваться фирмами-разработчиками при проектировании и разработке коммерческого программного обеспечения предметно-ориентированных СППСР.

#### **Реализация и внедрение результатов диссертационной работы.**

Исследования по тематике диссертационной работы велись в рамках НИР: грант Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) «Модели, алгоритмы и программное обеспечение среды разработки систем поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний» (№ 16-07-00299А, 2016-18 гг.); грант Министерства образования и науки РФ по федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы» по теме НИР «Разработка математических моделей, алгоритмов и Web-приложений для поддержки стратегического управления инновационной организацией» (госконтракт № 14.740.11.0965, 2011 г.); грант Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ) «Разработка автоматизированной информационной системы управления риском банкротства инновационного предприятия» (№ 11-02-12017в, 2011-12гг.); грант РГНФ «Разработка информационной системы стратегического планирования региональной инновационной системы» (№ 09-02-00372в/И, 2009-2010 гг.); грант РФФИ «Исследование механизмов взаимодействия элементов региональной инновационной системы и моделирование их влияния на инновационное развитие региона» (№ 09-06-00331-а, 2009 г.); грант Международного научного фонда экономических исследований академика Федоренко Н.П. «Компьютерная система поддержки принятия решений о формировании и развитии региональной инновационной систем» (2007); грант губернатора Кемеровской области на проведение фундаментальных и прикладных иссле-

дований по приоритетным направлениям социально-экономического развития Кемеровской области «Разработка моделей и системы поддержки принятия стратегических решений об инновационном развитии региона (муниципального образования) на основании моделирования процесса управления методами нечетких множеств» (2006). Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект № 8.8184.2017/БЧ.

Разработанные модели, а также реализующие их программы ЭВМ внедрены в организациях: Администрация города Юрга; АО «Сибкабель», г.Томск; Администрация Кемеровской области; Юргинский техникум машиностроения и информационных технологий, г.Юрга; ПАО «Рутелеком», г.Юрга, ООО «Дельта», г.Юрга. Использование результатов диссертационной работы на практике подтверждено соответствующими актами о внедрении.

Результаты исследований внедрены в учебный процесс Юргинского технологического института и Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники в виде учебного пособия, методических указаний для выполнения практических, лабораторных и курсовых работ, учебных компьютерных программ по дисциплинам «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений»; «Теория и практика принятия управленческих решений»; «Стратегическое планирование» и др. Теоретические положения использовались для постановки задач научно-исследовательской работы студентов, 15 выпускных квалификационных работ и кандидатской диссертации.

Получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Типовые задачи принятия стратегических решений на основе экспертных знаний характерны для стратегического управления СЭС любого вида и позволяют сформулировать требования к универсальным моделям поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний для этапов стратегического анализа, выбора и контроля. Соответствует п.2 паспорта специальности 05.13.10.

2. Модели оценки стратегических факторов СЭС на основе метода попарных сравнений, с использованием статистических данных и экспертных оценок параметров стандартных функций позволяют: - формализовывать экспертные суждения, а также мнения отдельных субъектов среды СЭС об уровне фактора СЭС, моделировать плавное изменение свойств анализируемого фактора СЭС; - обрабатывать качественные значения уровня проявления факторов СЭС; - формализовывать экспертные знания для факторов среды, не имеющих однозначных (универсальных) измерительных свойств; - использовать полученные лингвистические и нечеткие переменные в качестве входных детерминант для других задач принятия стратегических решений. Соответствует пп.4, 5 паспорта специальности 05.13.10.

3. Нечеткие модели и технология SWOT-анализа позволяют на основании экспертных суждений оценивать и сравнивать факторы внешней и внутренней среды СЭС, а также их сочетания с точки зрения значимости для формирования



направлений стратегического развития СЭС. Соответствует пп.4, 5 паспорта специальности 05.13.10.

4. Иерархическая модель оценки проектов стратегического развития СЭС позволяет осуществлять оценку проектов (альтернатив) стратегического развития СЭС, при этом учитываются интересы и цели основных субъектов внешней и внутренней среды СЭС, заинтересованных в реализации её стратегии. Соответствует п.4 паспорта специальности 05.13.10.

5. Модель интегральной оценки стратегического развития СЭС позволяет отслеживать достижение целевого стратегического состояния СЭС, осуществлять оценку степени выполнения стратегии СЭС, а результаты оценки использовать для нового цикла стратегического управления. Соответствует п.4, 5 паспорта специальности 05.13.10.

6. Комплекс предложенных универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений расширяет возможности ЛПР в обосновании решений при формировании и реализации стратегии СЭС, повышает качество подготовки решений. Комплекс моделей может использоваться в качестве математического обеспечения СППСР для СЭС различных видов, в любой функциональной сфере деятельности СЭС, на всех основных этапах стратегического управления. Соответствует п.5 паспорта специальности 05.13.10.

7. Созданные предметно-ориентированные системы поддержки принятия стратегических решений позволяют решать актуальные задачи стратегического управления конкретных социально-экономических систем на основе оригинального математического и программного обеспечения. Соответствует пп.6, 9 паспорта специальности 05.13.10.

8. Концепция системы поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС на основе экспертных знаний позволяет осуществлять разработку СППСР для СЭС различных видов путем сборки из готовых типовых программных модулей. Соответствует п.6 паспорта специальности 05.13.10.

**Апробация работы.** Основные научные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных конференциях: I международная научно-техническая конференция «Инфотелекоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании», г.Ставрополь, 2004; XI, XIII Международные научно-практические конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии», г.Томск, 2005, 2007 гг.; III, IV Всероссийские научно-практические конференции «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении», г.Юрга, 2005, 2006 гг.; III, IV, X Всероссийские научно-практические конференции «Информационные технологии и математическое моделирование», г.Анжеро-Судженск, 2004, 2005, 2011 гг.; Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов «Научная сессия ТУСУР – 2005», г.Томск, 2005 г.; Всероссийский форум молодых ученых и студентов «Конкурентоспособность территорий и предприятий во взаимозависимом мире», г.Екатеринбург, 2005 г.; 7th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2012), Томск, 2012; Всероссийская молодежная конференция «Машиностроение – традиции и инновации», г.Юрга, 2011; Всероссийская молодежная научная школа «Управление, информация и оптимизация», г.Юрга, 2012;

XIV, XV Международные научно-технические конференции «Измерение, контроль, информатизация», г.Барнаул, 2013, 2014 гг.; II – V Международные научно-практические конференции «Инновационные технологии и экономика в машиностроении» г.Юрга, 2011-2014 гг.; Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции в образовании и науке», г.Тамбов, 2013 г.; Конгресс по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'09», г.Таганрог, 2009 г.; 7-й международный симпозиум “ЭКОНОМИКА & БИЗНЕС, Болгария, 2008 г.; конференция лауреатов и стипендиатов Международного научного фонда экономических исследований академика Н.П. Федоренко, г.Москва, 2006 г.; V, VII Всероссийские научно-практические конференции с международным участием «Инновационные технологии и экономика в машиностроении», 2007, 2009 гг.; X Международная научная конференция «E–экономика – E–общество в Центральной и Восточной Европе», г.Варшава, 2009 г.; XIV Международная научно-практическая конференция по инновационной деятельности «Проблемы и перспективы инновационного развития экономики в контексте преодоления мирового финансового кризиса», г.Симферополь, 2009 г.; 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST), г.Новосибирск, 2016 г. и др.

Результаты исследований были представлены на 2-ой, 3-ей и 5-ой Международных выставках «Измерения, мир, человек» (г.Барнаул, 2012, 2013, 2015 гг.) и отмечены золотыми и серебряной медалями.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 73 печатные работы, в том числе: 26 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК; 3 монографии; 3 статьи в журналах, индексируемых Scopus/Web of Science; 41 статья в прочих научных изданиях. Получены 7 свидетельств о регистрации программ ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

**Личный вклад автора.** Все основные результаты диссертационной работы получены лично автором. Программные продукты созданы на основе моделей и концепции автора, под его руководством и при непосредственном участии. Работы, выполненные в соавторстве, посвящены постановке задач и конкретизации моделей для разработки конкретных СППСР на основе концепции автора, а также разработке специализированных средств поддержки принятия решений и программных продуктов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, объединенных в три части, заключения, списка литературы и приложений, изложенных на 408 страницах (включая 56 рисунков и 72 таблицы), 40 из которых заняты списком литературы, 77 – приложениями. Список литературы состоит из 360 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, показаны научная новизна, практическая ценность, приведены основные защищаемые положения.

**Часть I «Теоретические основы и модели поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний»** посвящена теоретическому

анализу процесса и методов стратегического управления, а также разработке универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний.

**Глава 1 «Анализ проблем принятия стратегических решений в социально-экономических системах»** посвящена решению первой и второй задач диссертационного исследования.

Проведен анализ процесса, подходов и особенностей стратегического управления СЭС различных видов. Выделены основные классификационные признаки СЭС (уровень СЭС, пространственно-временная характеристика СЭС, функционально-продуктовая принадлежность СЭС, сфера деятельности СЭС), состав основных этапов стратегического управления (стратегический анализ, стратегический выбор и стратегический контроль). Отмечены некоторые особенности стратегического управления СЭС, присущие СЭС любого вида.

На основе анализа типовых ситуаций и проблем, возникающих при принятии стратегических решений в СЭС любого вида на неформализуемых этапах стратегического управления, выделен следующий набор типовых задач принятия стратегических решений в стратегическом управлении социально-экономической системой на основе экспертных знаний (НТЗ):

*Этап стратегического анализа:*

- оценка стратегических факторов СЭС на основе экспертных знаний;
- формализация знаний эксперта о взаимосвязях стратегических факторов внутренней и внешней среды (установление взаимосвязей);
- оценка важности стратегических факторов и их сочетаний для учета в стратегии СЭС;

*Этап стратегического выбора:*

- оценка проектов стратегического развития СЭС, исходя из целей и влияния, оказываемого действующими во внешней и внутренней среде силами;

*Этап стратегического выбора:*

- формализация системы целевых ориентиров выполнения стратегии развития СЭС и оценка выполнения стратегии СЭС;

*Все этапы:*

- организация и обработка результатов групповых экспертных опросов.

Проведен анализ классических методов стратегического управления, основных подходов к разработке методов принятия решений для стратегического управления СЭС, а также программного обеспечения для стратегического менеджмента. Установлено, что на сегодняшний день не существует математического и программного обеспечения, предоставляющего инструменты для комплексной поддержки НТЗ. В качестве основы для разработки универсальных моделей поддержки принятия решений на этапе стратегического анализа обосновано использование классического метода стратегического управления – SWOT-анализа.

**Во второй главе «Универсальные модели поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний»** осуществлена разработка универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний, обеспечивающих решение НТЗ.

На основе НТЗ сформулированы основные требования к методам принятия решений, обусловленные особенностями получаемой в процессе стратегического управления экспертной информации на этапах стратегического анализа, выбора и контроля. Выбраны базовые методы для разработки универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений: для этапов стратегического анализа и стратегического контроля – методы теории нечетких множеств, а для этапа стратегического выбора – метод анализа иерархий.

### Универсальные модели поддержки принятия стратегических решений на этапе стратегического анализа.

На этапе стратегического анализа ЛПР необходимо сформировать набор стратегических альтернатив, реализация которых может улучшить сложившуюся ситуацию в СЭС и позволит достигнуть её стратегических целей.

Модель задачи принятия решений на этапе стратегического анализа в общем виде для группового ЛПР имеет вид (1).

$$\langle S_o, T, Q, S, A, B, V, C(V), X_d, X_c, K, F(f), L, X_{rd}, X_{rc}, \rangle, \quad (1)$$

где  $S_o$  – проблемная ситуация, сложившаяся в СЭС на момент разработки стратегии и требующая разрешения в стратегической перспективе;  $T$  – время, в течение которого следует принять решение;  $Q$  – ресурсы для принятия решения (человеческие, материальные, информационные);  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$  – множество факторов среды СЭС, уточняющих проблемную ситуацию  $S_o$  (факторы внешней и внутренней среды СЭС, позволяющие конкретизировать и декомпозировать отдельные составляющие проблемной ситуации);  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$  – множество целей, поставленных перед разработчиками стратегии (желаемое состояние СЭС, которое должно быть достигнуто после реализации стратегии);  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$  – множество формализованных описаний факторов среды СЭС, характеризующих желаемый (допустимый, требуемый) уровень проявления данного фактора в СЭС и/или его влияние на возможность достижения стратегического состояния СЭС;  $C(V)$  – функция, характеризующая важность сочетаний отдельных факторов среды для достижения стратегического состояния СЭС;  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_l\}$  – множество ограничений, которые должны быть учтены при разработке стратегических альтернатив (правовых, политических, финансовых, материальных, культурных, имиджевых и других);  $X_d = \{X_{d_1}, X_{d_2}, \dots, X_{d_j}\}$  – множество фактических оценок значимости анализируемых факторов СЭС (их влияния на стратегическое состояние СЭС);  $X_c = \{X_{c_1}, X_{c_2}, \dots, X_{c_i}\}$  – множество оценок значимости сочетаний факторов среды СЭС с точки зрения важности и целесообразности учета их влияния на возможность достижения стратегического состояния СЭС;  $K$  – критерий выбора множества предпочтительных факторов и их сочетаний для учета в разработке стратегических альтернатив;  $F(f)$  – функция, определяющая групповое предпочтение ЛПР,  $f$  – индивидуальные предпочтения

(оценки);  $L$  – принцип согласования индивидуальных предпочтений (оценок);  $X_{r_d} = \{X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}}, \dots, X_{r_{d_o}}\}$  – множество факторов среды СЭС, рекомендуемых для учета в разработке стратегических альтернатив;  $X_{r_c} = \{X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}}, \dots, X_{r_{c_p}}\}$  – множество сочетаний факторов среды СЭС, рекомендуемых для учета в разработке стратегических альтернатив.

Основные задачи, стоящие перед экспертами на этапе стратегического анализа:

1. Для существующего множества факторов внешней и внутренней среды СЭС  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ , уточняющих проблемную ситуацию  $S_o$ , на основании информации о целях разработки стратегии  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$  и существующих ограничениях  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_l\}$ , оценить желательные (планируемые, требуемые)  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$  и фактические  $X_d = \{X_{d_1}, X_{d_2}, \dots, X_{d_j}\}$  значения анализируемых факторов СЭС с точки зрения важности и целесообразности учета их влияния на возможность достижения стратегического состояния СЭС.

2. На основании имеющейся информации о факторах СЭС и функции  $C(V)$  установить взаимосвязи факторов и оценить важность учета сочетаний отдельных факторов среды  $X_c = \{X_{c_1}, X_{c_2}, \dots, X_{c_i}\}$  для достижения стратегического состояния СЭС.

3. В соответствии с выбранным критерием  $K$  осуществить выбор факторов среды  $X_{r_d} = \{X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}}, \dots, X_{r_{d_o}}\}$  и их сочетаний  $X_{r_c} = \{X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}}, \dots, X_{r_{c_p}}\}$ , рекомендуемых для учета в разработке стратегических альтернатив.

Для решения первой задачи разработаны модели оценки стратегических факторов СЭС, а для второй и третьей – нечеткие модели SWOT-анализа.

### Модели оценки стратегических факторов СЭС.

Формализация знаний эксперта о том или ином факторе стратегического развития СЭС осуществляется с помощью лингвистических переменных. Лингвистическая переменная фактора СЭС имеет вид (2):

$$\langle \beta, T, X \rangle, \quad (2)$$

где  $\beta$  – наименование лингвистической переменной, описывающей фактор СЭС;  $T$  – множество значений лингвистической переменной  $T = \{T_1, T_2 \dots T_s\}$ , характеризующих желаемый (допустимый, требуемый) уровень проявления данного фактора СЭС и/или его влияние на возможность достижения стратегического состояния СЭС. Каждое значение лингвистической переменной представляет собой наименование нечеткой переменной  $\alpha_s, s = \overline{1, h}$  (3), формализующей  $s$ -тый уровень фактора СЭС;  $X$  – область определения лингвистической переменной.

$$\langle \alpha_s, X, C_{\alpha_s} \rangle, \quad (3)$$

где  $\alpha_s$  - наименование нечеткой переменной;  $C_{\alpha_s} = \{ \mu_{\alpha_s}(x) / x \}$  – нечеткое множество, характеризующее значения нечеткой переменной  $\alpha_s$ ;  $\mu_{\alpha_s}(x)$  – функция принадлежности нечеткого множества  $C_{\alpha_s}$ . Для каждого значения  $x \in X$  может быть получено значение степени принадлежности (соответствия) данного значения фактора  $s$ -тому уровню фактора СЭС.

Метод построения функции принадлежности терм-множеств лингвистических переменных в моделях оценки стратегических факторов СЭС должен позволять учитывать условия, особенности и способы извлечения и обработки экспертной информации для оценки конкретного фактора СЭС. В диссертации предложены три модели оценки стратегических факторов СЭС на основе нечетких множеств.

**Модель оценки стратегических факторов СЭС на основе метода попарных сравнений.** Применяется, если лингвистическая переменная  $\langle \beta, T, X \rangle$  описывает фактор СЭС, для которого отсутствуют универсальные измерительные свойства или существует сложность прямой оценки альтернатив. Область определения лингвистической переменной  $X$ , состоит из конечного множества сравниваемых альтернатив  $x_i, i = \overline{1, n}$  (не более 9). Для построения функции принадлежности  $\mu_{\alpha_s}(x)$  каждого из термов лингвистической переменной формируется матрица попарных сравнений альтернатив  $M_s = \| m_{ij_s} \|$ . Элементы этой матрицы  $m_{ij_s}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ) представляют собой сравнительные оценки степени проявления анализируемого уровня фактора СЭС для заданных альтернатив. Эксперт должен оценить, насколько альтернатива  $x_i \in X$  ближе к понятию, описываемому нечетким множеством  $C_{\alpha_s}$ , по сравнению с альтернативой  $x_j \in X$ . Если альтернатива  $x_i$  превосходит альтернативу  $x_j$ , то значения  $m_{ij} \in [1, 2, \dots, 9]$ . Если элемент  $x_j$  превосходит элемент  $x_i$ , то  $m_{ji} = \frac{1}{m_{ij}}$ ,  $m_{ij_s} = 1$  для диагональных элементов. Значения функции принадлежности  $\mu_{\alpha_s}(x_1), \mu_{\alpha_s}(x_2), \dots, \mu_{\alpha_s}(x_n)$  для значений  $x_1, x_2, \dots, x_n$  рассчитываются, используя решение задачи  $M \cdot r = v_{\max} \cdot r$ , где  $M$  – матрица попарных сравнений,  $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  – собственный вектор;  $v_{\max}$  – максимальное собственное число  $M$ . Ненормированные значения степени принадлежности элемента  $\mu_{\alpha_s}(x_i)_{HH}$  можно рассчитать по формуле (4).

$$\mu_{\alpha_s}(x_i)_{HH} = 1 / \sum_{i=1}^n m_{ij_s} \quad (4)$$

Вектор  $r$  может использоваться для оценки согласованности суждений эксперта (матрицы попарных сравнений). Решается уравнение  $M \cdot r = v_{\max} \cdot r$ , при этом отклонение  $v_{\max}$  от  $n$  используется для оценки точности (формулы 5-6).

$$ИО = (v_{\max} - n) / (n - 1); \quad ОО = ИО / M(ИО), \quad (5)$$

где  $ИО$  – индекс однородности;  $ОО$  – отношение однородности (допустимо  $ОО \leq 0,10$ );  $M(ИО)$  – среднее значение индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений;  $v_{\max}$  рассчитывается по формуле (6);  $n$  – число альтернатив.

$$v_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i ; \quad (6)$$

где  $v_i$  – значения, полученные в результате деления поэлементно элементов вектора  $\rho_s$  на элементы вектора  $r_s$ ;  $\rho_s = M_s \cdot r_s$  – вектор.

Далее необходимо привести функцию принадлежности к нормальному виду по формуле (7).

$$\mu_{\alpha_s}(x_i) = \mu_{\alpha_s}(x_i)_{HH} / \max(\mu_{\alpha_s}(x_i)_{HH}) \quad (7)$$

**Модель оценки стратегических факторов СЭС с использованием статистических данных.** Применяется, если лингвистическая переменная  $\langle \beta, T, X \rangle$  описывает фактор СЭС, для оценки которого требуется обработка информации, получаемой от большого числа респондентов (население, работники предприятия, целевая аудитория и др.).

Область определения лингвистической переменной  $X$ , разбита на  $l$  интервалов равной длины  $j = \overline{1, l}$ ,  $x_j$  – подмножество  $X$ , входящее в  $j$ -тый интервал;

Данные опросов представляются в виде эмпирической таблицы, в которой строки представляют собой значения (термы) лингвистической переменной, а столбцы – интервалы области определения лингвистической переменной. В клетках таблицы представляются данные опросов – количество ответов респондентов ( $b_{sj}$ ), употребивших в отношении данного интервала значений фактора СЭС конкретное значение лингвистической переменной.

Функция принадлежности определяется по формуле (8).

$$\mu_{sj} = c_{sj} / c_{s \max} , \quad (8)$$

где  $\mu_{sj}$  – значение функции принадлежности  $s$ -того терма лингвистической переменной в  $j$ -том интервале;

$c_{sj}$  – преобразованные по формуле (9) элементы  $b_{sj}$  (преобразование осуществляется в случае, если количество наблюдений по интервалам неодинаково);

$c_{s \max}$  – максимальный по  $j$  из элементов  $c_{sj}$ .

$$c_{sj} = \frac{b_{sj} k_{\max}}{k_j}, \quad (9)$$

где  $k_{\max} = \max k_j$ ;

$k_j$  – элементы матрицы подсказок, рассчитываемой для сглаживания функций принадлежности по формуле  $k_j = \sum_{s=1}^h b_{sj}$ . В случае, если  $k_j = 0$ , то при преобра-

зовании элементов  $j$ -того столбца осуществляется линейная аппроксимация по формуле  $c_{sj} = \frac{c_{s(j-1)} + c_{s(j+1)}}{2}$ .

**Модель оценки стратегических факторов СЭС с использованием экспертных оценок параметров стандартных функций.** Применяется, если лингвистическая переменная  $\langle \beta, T, X \rangle$  описывает фактор СЭС, не требующий высокой точности описания отдельных его значений.

Для формализации знаний эксперта о стратегических факторах СЭС разработаны следующие функции принадлежности (10).

$$\mu_{x_1} = \begin{cases} 1 \text{ при } x \leq a_1 \\ e^{-(x-a_1)^2/2\sigma_{11}^2} \text{ при } x > a_1; \\ 0 \text{ при } x \geq x_{11} \end{cases}; \mu_{x_2} = \begin{cases} e^{-(x-a_2)^2/2\sigma_{21}^2} \text{ при } x \leq a_2 \\ e^{-(x-a_2)^2/2\sigma_{22}^2} \text{ при } x > a_2; \\ 0 \text{ при } x_{21} \geq x \geq x_{22}; \end{cases}$$

$$\dots \quad \mu_{x_h} = \begin{cases} 0 \text{ при } x \leq x_{h(h-1)}; \\ e^{-(x-a_h)^2/2\sigma_{h(h-1)}^2} \text{ при } x \leq a_h, \\ 1 \text{ при } x > a_h \end{cases}, \quad (10)$$

где  $\mu_{x_s}$  – функция принадлежности нечеткой переменной для  $s$ -того значения лингвистической переменной;  $a_s$  – значение из области определения лингвистической переменной, при котором  $\mu_{x_s} = 1$  (доминирующий элемент нечеткого множества  $s$ -того терма);  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение значений фактора СЭС от значения доминирующего элемента, для функций принадлежности рассчитываются соотношения по формуле (11);  $x_{sj}$  – значения  $x$ , ограничивающие области определения нечетких переменных. Для выполнения требования конечности области определения функций принадлежности в качестве области определения принимаются множества  $\alpha$ -уровня нечетких множеств  $C_{\alpha_s}$  (по умолчанию, принимает значение  $\alpha=0,05$ ).

$$2\sigma_{sj}^2 = \frac{(x_{k_j} - a_s)^2}{-\ln \mu_{k_j}}, \quad (11)$$

где  $x_{k_j}$  – значение  $x \in X$ , при котором пересекаются функции принадлежности соседних термов;  $j=\overline{1, h-1}$  – номер значения  $x_{k_j}$ ;  $\mu_{k_j}$  – степень принадлежности значения  $x_{k_j}$  нечетким множествам соседних значений лингвистической переменной (степень разделения), по умолчанию данный параметр равен 0,5.

Таким образом, для построения функций принадлежности лингвистической переменной необходимо получить от эксперта оценки для  $h$  значений  $a_s$  и для  $(h-1)$  значений  $x_{k_j}$  и  $\mu_{k_j}$ . Это дает возможность быстрого создания и изменения



функций принадлежности на основе небольшого числа параметров, требующих оценки эксперта.

Предложенные модели оценки стратегических факторов СЭС выполняют две роли в системе поддержки принятия стратегических решений:

1. Представляют собой инструмент, позволяющий формализовать представления эксперта о желаемом (допустимом, требуемом) уровне проявления данного фактора СЭС и/или его влияния на возможность достижения стратегического состояния СЭС.

2. Являются входными детерминантами для других моделей поддержки принятия стратегических решений на этапах стратегического анализа и контроля, служат для описания входных и выходных факторов в нечетких моделях SWOT-анализа.

### Нечеткие модели SWOT-анализа.

Входной информацией для осуществления SWOT-анализа являются факторы внешней и внутренней среды СЭС  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$ . Задача эксперта при проведении SWOT-анализа состоит в следующем:

1. Оценить фактические значения факторов  $X_d = \{X_{d_1}, X_{d_2}, \dots, X_{d_j}\}$  с точки зрения важности для учета в стратегии.

2. Установить взаимосвязи между этими факторами, определить  $C(V)$ .

3. Оценить важность выбранных сочетаний факторов внешней и внутренней среды  $X_c = \{X_{c_1}, X_{c_2}, \dots, X_{c_i}\}$ .

4. Из полученных множеств  $X_d = \{X_{d_1}, X_{d_2}, \dots, X_{d_j}\}$  и  $X_c = \{X_{c_1}, X_{c_2}, \dots, X_{c_i}\}$  отобрать множество важных для учета в разработке стратегических альтернатив  $X_{r_d} = \{X_{r_{d_1}}, X_{r_{d_2}}, \dots, X_{r_d}\}$  и  $X_{r_c} = \{X_{r_{c_1}}, X_{r_{c_2}}, \dots, X_{r_{c_p}}\}$ .

Разработаны нечеткие модели стратегического анализа, в основе которых лежат три принципа:

1) факторы развития СЭС представляются в виде лингвистических переменных, для этого используются модели оценки стратегических факторов СЭС;

2) взаимосвязь факторов СЭС (лингвистических переменных) описывается с помощью систем нечетких высказываний, которые позволяют формализовать связи, выраженные в виде качественных описаний (например, система (12) используется для позиционирования возможностей);

3) расчет значений выходных лингвистических переменных для заданных значений входных основывается на нечетком правиле *modus ponens*.

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{11} \text{ ИЛИ } E_{12} \text{ ИЛИ } E_{13} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_1} >; \\ \tilde{L}_2^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{21} \text{ ИЛИ } E_{22} \text{ ИЛИ } E_{23} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_2} >; \\ \tilde{L}_3^{(1)} : < \text{ЕСЛИ } E_{31} \text{ ИЛИ } E_{32} \text{ ИЛИ } E_{33} \text{ ТО } \beta_{Ov} \text{ есть } a_{Ov_3} >. \end{cases} \quad (12)$$

где  $E_{ji}$  – это высказывания вида  $\langle \beta_{Op}$  есть  $a_{Op_k}$  И  $\beta_O$  есть  $a_{O_l} \rangle$ ,  $k = [1,2,3], l = [1,2,3]$  – номера базовых значений лингвистических переменных  $\beta_{Op}$  и  $\beta_O$  соответственно; высказывание  $E_{ji}$  представляет собой  $i$ -ю входную ситуацию (возможное сочетание базовых значений переменных  $\beta_{Op}$  и  $\beta_O$ ), для которой выходная лингвистическая переменная  $\beta_{Ov}$  примет значение  $a_{Ov_j}$ ;

$\beta_{Op}$  – вероятность реализации (вероятность того, что СЭС сможет воспользоваться данной возможностью); область определения  $Op = [0,1]$ ; множество базовых значений  $T_{Op} = \{\text{низкая, средняя, высокая}\} = \{a_{Op_1}, a_{Op_2}, a_{Op_3}\}$ ;

$\beta_O$  – степень влияния данной возможности на СЭС (возможные последствия, к которым может привести данная возможность),  $O$ ;  $T_O = \{\text{малое влияние, умеренное влияние, высокое влияние}\} = \{a_{O_1}, a_{O_2}, a_{O_3}\}$ . Область определения данной лингвистической переменной своя для каждой оцениваемой возможности. В качестве единиц измерения могут приниматься единицы измерения реальных показателей СЭС, к изменению которых может привести данная возможность, могут использоваться условные показатели (пункты, баллы и др.).

$\beta_{Ov}$  – значение данной возможности (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции субъекта управления на данную возможность);  $O_v = [0,100]$ ;  $T_{Ov} = \{\text{малое, среднее, большое}\} = \{a_{Ov_1}, a_{Ov_2}, a_{Ov_3}\}$ . Область определения лингвистической переменной описывается абсолютной шкалой (от 0 до 100 баллов).

Для наглядного представления возможных входных ситуаций и соответствующих им выходных используется матрица позиционирования возможностей, устанавливающая связь между значениями входных и выходной переменных (представлена в табл.1)

Таблица 1 – Матрица высказываний для позиционирования возможностей

	$a_{O_3}$	$a_{O_2}$	$a_{O_1}$
$a_{Op_3}$	$a_{Ov_3}$	$a_{Ov_3}$	$a_{Ov_2}$
$a_{Op_2}$	$a_{Ov_3}$	$a_{Ov_2}$	$a_{Ov_1}$
$a_{Op_1}$	$a_{Ov_2}$	$a_{Ov_1}$	$a_{Ov_1}$

Системы нечетких высказываний, подобные (12), разработаны также для оценки и ранжирования угроз в зависимости от их влияния и вероятности реализации; для оценки важности сочетаний факторов внешней и внутренней среды СЭС и их влияния на стратегическое развитие СЭС (для каждого из четырех квадрантов матрицы SWOT).

Технология SWOT-анализа на основе предложенных нечетких моделей представлена на рис.1. Данная технология реализована в компьютерной программе FUZZY-SWOT-1.0.

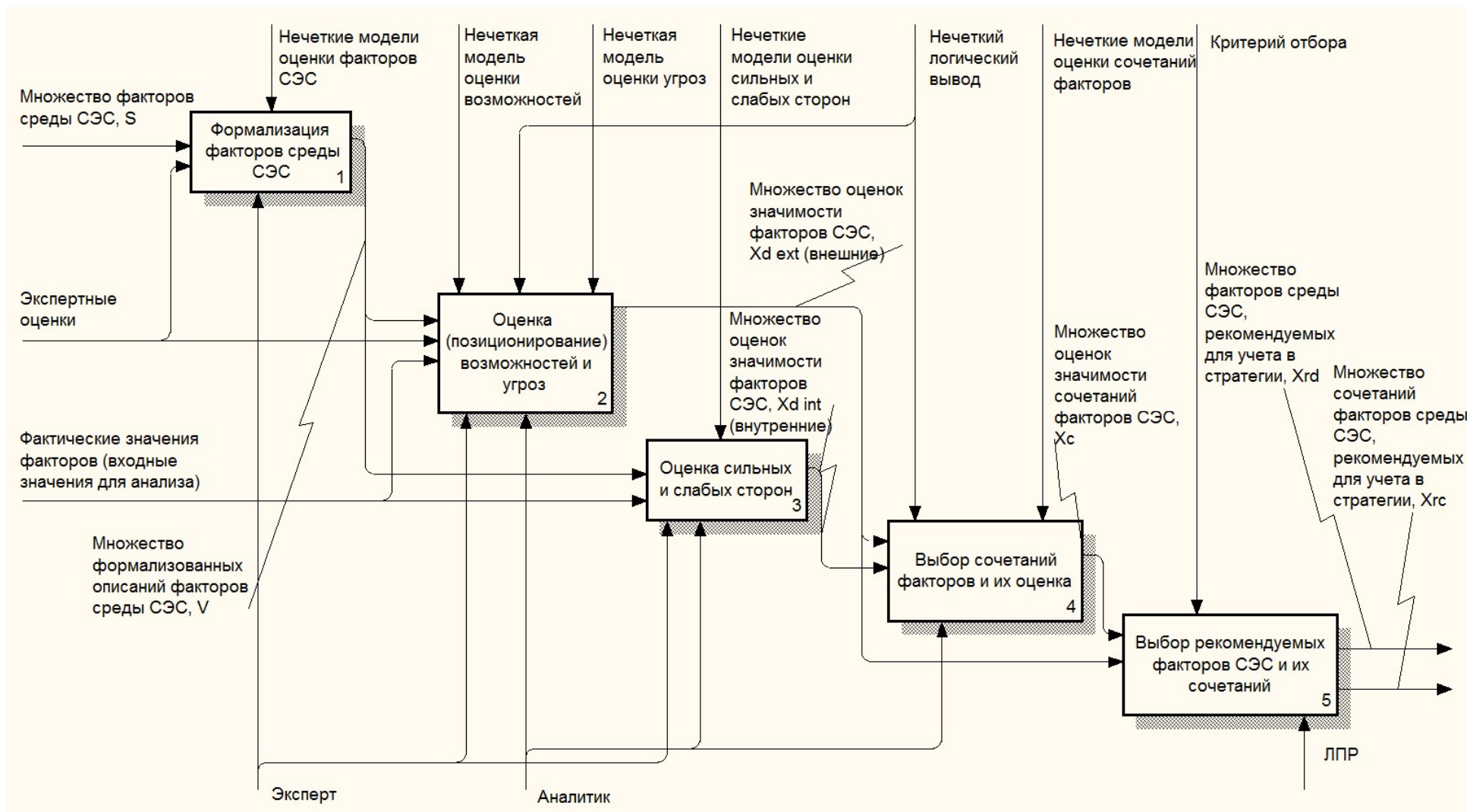


Рисунок 1 – Технология SWOT-анализа на основе нечетких моделей

Применение нечетких моделей SWOT-анализа, в отличие от классической методологии, позволяет:

– формализовать экспертные знания и суждения, получаемые в виде качественных описаний, и, в то же время, ранжировать факторы и их сочетания на основе количественных оценок;

– адекватно отражать представления и суждения эксперта о требуемом (планируемом, фактическом) уровне значения фактора и о влиянии, оказываемом этим фактором на стратегическое развитие СЭС. При этом выявленные факторы среды СЭС могут быть привязаны к конкретным показателям функционирования СЭС и её внешней среды, что дает возможность проводить более детальный анализ влияния факторов на СЭС и её стратегическое развитие;

– сравнивать близкие по важности внешние (внутренние) факторы, что дает возможность проанализировать их роль и значимость в сочетаниях с внутренними (внешними) факторами, в результате расширяется круг генерируемых стратегических альтернатив;

– получать оценки важности сочетаний факторов внешней и внутренней среды для учета в стратегии СЭС.

### **Универсальная модель поддержки принятия стратегических решений на этапе стратегического выбора.**

На этапе стратегического выбора ЛПР необходимо оценить и выбрать лучшие проекты стратегического развития СЭС, реализация которых позволит достигнуть стратегических целей. При этом важнейшей задачей является оценка влияния, оказываемого действующими во внешней и внутренней среде силами (заинтересованными сторонами) на проекты развития СЭС, а также влияния, оказываемого реализуемыми проектами на достижение целей этих заинтересованных сторон.

Модель задачи принятия решений на этапе стратегического выбора имеет вид (13).

$$\langle S_o, T, Q, S, A, B, C(S), P, V_s, V_A, V_P, K, F(f), L, P_r \rangle, \quad (13)$$

где  $S_o$  – проблемная ситуация, стратегическое состояние СЭС, которое необходимо достигнуть при реализации проектов стратегического развития СЭС;  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$  – множество элементов среды СЭС, оказывающих влияние на решение проблемной ситуации (действующих сил или заинтересованных сторон);  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$  – множество целей, стоящих перед элементами среды СЭС при реализации стратегии развития СЭС;  $C(S)$  – функция, характеризующая влияние отдельных элементов среды на достижение заданного стратегического состояния СЭС  $S_o$ ;  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_l\}$  – множество альтернативных проектов стратегического развития СЭС;  $V_s = \{V_{s_1}, V_{s_2}, \dots, V_{s_e}\}$  – множество оценок влияния, оказываемого действующими силами СЭС на решение проблемной ситуации;

$V_A = \{V_{A_1}, V_{A_2}, \dots, V_{A_k}\}$  – множество оценок важности целей действующих сил при реализации стратегии развития СЭС;  $V_P = \{V_{P_1}, V_{P_2}, \dots, V_{P_m}\}$  – множество оценок альтернативных проектов стратегического развития СЭС;  $K$  – критерий выбора проектов;  $P_r = \{P_{r_1}, P_{r_2}, \dots, P_{r_d}\}$  – множество рекомендуемых проектов стратегического развития.

Перед экспертами на этапе стратегического выбора ставятся следующие задачи:

1. Для существующего множества действующих сил СЭС  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$  на основании информации об их целях в реализации стратегии  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ , существующих ограничениях  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_t\}$  и функции  $C(S)$  оценить влияние  $V_S = \{V_{S_1}, V_{S_2}, \dots, V_{S_e}\}$ , оказываемое этими силами на достижение стратегического состояния  $S_o$ .

2. Для существующего множества действующих сил СЭС  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$  оценить значимость каждой из целей  $V_A = \{V_{A_1}, V_{A_2}, \dots, V_{A_k}\}$  при достижении стратегического состояния  $S_o$ .

3. Для существующего множества проектов развития СЭС  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_l\}$  оценить вклад  $V_P = \{V_{P_1}, V_{P_2}, \dots, V_{P_m}\}$ , который вносит каждый из проектов в реализацию целей действующих сил  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ .

4. В соответствии с критерием выбора  $K$ , на основе функции  $C(S)$  выбрать множество рекомендуемых проектов стратегического развития  $P_r = \{P_{r_1}, P_{r_2}, \dots, P_{r_d}\}$ .

**Иерархическая модель оценки проектов стратегического развития СЭС.** Так как задача принятия решений имеет иерархическую структуру, определяющую взаимосвязи между отдельными элементами, но отсутствует информация о виде зависимости между ними, предлагается для оценки проектов стратегического развития СЭС использовать метод анализа иерархий. Для решения задач, стоящих перед экспертами при выборе проектов стратегического развития СЭС предлагается следующая структура и интерпретация уровней иерархии:

– уровень 1 – фокус иерархии,  $S_o$ . Это проблемная ситуация, стратегическое состояние СЭС, которое необходимо достигнуть при реализации проектов стратегического развития СЭС.;

– уровень 2 – акторы (действующие силы),  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$ . В качестве таковых могут выступать как внутренние, так и внешние для СЭС элементы;

– уровень 3 – цели акторов (цели действующих сил),  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ . Каждый из акторов при реализации стратегии СЭС преследует достижение определенных целей;

– уровень 4 – проекты стратегического развития СЭС (альтернативы).  
 $P = \{P_1, P_2, \dots, P_l\}$ . Каждый из проектов связан с реализацией интересов акторов.

Эти четыре уровня являются универсальными для любой СЭС и/или её функциональной области. В зависимости от имеющейся специфики СЭС, при необходимости, в универсальную иерархию могут вводиться дополнительные уровни. Примеры таких иерархий представлены в главах 3-7 диссертации.

Основные этапы применения метода анализа иерархий для оценки проектов стратегического развития СЭС:

1. Создание структуры иерархии, формирование набора элементов иерархии  $E_u^v$ , где  $u$  – номер уровня иерархии,  $u = \overline{1, s}$ ;  $v$  – номер элемента, находящегося на уровне иерархии  $u$ ,  $v = \overline{1, p}$ .

2. Расчет векторов приоритетов элементов-потомков для родительского элемента  $E_u^v$  (векторов  $W_{E_u^v}$ ).

2.1. На основе шкалы отношений экспертами заполняются матрицы попарных сравнений, каждый из элементов которых  $a_{ij}$  представляет собой степень предпочтения  $i$ -того сравниваемого элемента уровня иерархии перед  $j$ -тым с точки зрения достижения цели, поставленной на вышестоящем уровне иерархии. Если  $i$ -тый элемент превосходит  $j$ -тый элемент, то значения  $a_{ij} \in [1, 2, \dots, 9]$ , если, наоборот,  $j$ -тый превосходит  $i$ -тый элемент, то  $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ . Значения элементам матрицы

присваиваются в соответствии со шкалой предпочтений.

2.2. Осуществляется обработка матриц попарных сравнений, рассчитываются вектора приоритетов  $W_{E_u^v} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  по формуле (14) для каждого уровня иерархии, кроме последнего:

$$w_j = 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij}, j = \overline{1, n}, \quad (14)$$

где  $n$  – количество сравниваемых элементов  $E_{u+1}^v$ , расположенных на уровне иерархии  $(u+1)$  и относящихся к элементу  $E_u^v$ , расположенному на уровне  $u$ .

2.3. Осуществляется проверка однородности суждений.

2.4. В случае группового экспертного оценивания осуществляется формирование агрегированных матриц попарных сравнений и их обработка.

В результате выполнения второго этапа формируется множество векторов  $W_{E_u^v}$ ,  $u = \overline{1, s-1}$ . Причем векторы  $W_{E_{s-1}^v}$  представляют собой веса альтернатив (проектов развития СЭС) относительно вышележащего уровня иерархии (целей действующих сил). То есть, используя введенную выше терминологию, характеризуют вклад  $V_p = \{V_{p_1}, V_{p_2}, \dots, V_{p_m}\}$  проектов развития СЭС  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_l\}$  в реали-

зацию целей действующих сил  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ . Векторы вышележащих уровней характеризуют, соответственно, оценки целей  $V_A = \{V_{A_1}, V_{A_2}, \dots, V_{A_k}\}$  каждой из действующих сил, а также влияние  $V_S = \{V_{S_1}, V_{S_2}, \dots, V_{S_e}\}$ , оказываемое этими силами на достижение стратегического состояния  $S_o$ .

3. Осуществляется процедура иерархического синтеза, цель которого – определить векторы приоритетов альтернатив (находящихся на нижнем уровне иерархии) относительно каждого из элементов  $E_u^v$ , находящихся на более высоких уровнях иерархии. Расчет осуществляется по формуле (15) для  $u=s-2$ , и по формуле (16) для более высоких уровней

$$W_u^v = [W_{E_{u+1}^1}, W_{E_{u+1}^2}, \dots, W_{E_{u+1}^n}] W_{E_u^v}, \quad (15)$$

$$W_u^v = [W_{u+1}^1, W_{u+1}^2, \dots, W_{u+1}^n] W_{E_u^v}. \quad (16)$$

В результате получаем оценки проектов стратегического развития СЭС относительно каждого из уровней иерархии: действующих сил  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_e\}$  и фокуса иерархии  $S_o$ . На основании полученной информации, формируем множество рекомендуемых проектов стратегического развития  $P_r = \{P_{r_1}, P_{r_2}, \dots, P_{r_d}\}$ .

Иерархическая модель оценки проектов стратегического развития СЭС, позволяет отобрать проекты стратегического развития СЭС, реализация которых позволит достигнуть стратегических целей. При этом решается задача оценки влияния, оказываемого действующими во внешней и внутренней среде силами на стратегическое развитие СЭС, а также влияния, оказываемого реализуемыми проектами на достижение целей этих действующих сил.

### **Универсальная модель поддержки принятия стратегических решений на этапе стратегического контроля.**

На этапе стратегического контроля ЛПР необходимо оценить степень достижения целевых ориентиров СЭС, выбранных в качестве индикаторов реализации стратегии. Результаты оценки используются для следующего цикла стратегического управления, корректировки (при необходимости) стратегии СЭС.

Модель задачи принятия решений на этапе стратегического контроля имеет вид (17).

$$\langle S_o, T, Q | S, B, V, X_S, P, C(S), V_S, K, F(f), L \rangle, \quad (17)$$

где  $S_o$  – стратегическое состояние СЭС, которое необходимо достигнуть при реализации стратегии развития СЭС;  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$  – множество стратегических целевых ориентиров СЭС, выбранных в качестве индикаторов реализации стратегии, и уточняющих целевое стратегическое состояние СЭС;  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$  – множество формализованных описаний целевых ориентиров СЭС, характеризующих желаемый (допустимый, требуемый) уровень проявления данного показателя в СЭС и/или его влияния (положительного или отрицательно-

го), оказываемого на возможность достижения стратегического состояния СЭС;  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_k\}$  – множество ограничений, которые должны быть учтены при формализации стратегических ориентиров;  $X_S = \{X_{S_1}, X_{S_2}, \dots, X_{S_n}\}$  – множество оценок, характеризующих достигнутый уровень целевых ориентиров СЭС в заданный момент времени;  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_l\}$  – периоды времени, в которые осуществляется оценка выполнения стратегии развития (стратегический контроль);  $C(S)$  – функция, характеризующая взаимосвязь и влияние отдельных целевых ориентиров на достижение заданного стратегического состояния СЭС  $S_o$ ;  $V_S = \{V_{S_1}, V_{S_2}, \dots, V_{S_l}\}$  – множество оценок достижения целевого стратегического состояния СЭС в периоды  $P$ ;  $K$  – критерий интерпретации оценок достижения целевого стратегического состояния СЭС.

Задачи, ставящиеся перед экспертами на этапе стратегического контроля:

1. Для существующего множества целевых ориентиров СЭС  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ , характеризующих достижение стратегического состояния  $S_o$ , на основании информации о существующих ограничениях  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_k\}$ , оценить желательные (планируемые, требуемые) значения целевых ориентиров  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ .

2. На основании множества оценок, характеризующих достигнутый уровень целевых ориентиров СЭС  $X_S = \{X_{S_1}, X_{S_2}, \dots, X_{S_n}\}$ , и функции  $C(S)$ , характеризующей взаимосвязь и влияние отдельных целевых ориентиров на достижение заданного стратегического состояния СЭС  $S_o$ , оценить достижение целевого стратегического состояния СЭС в периоды  $P$ , то есть дать оценки  $V_S = \{V_{S_1}, V_{S_2}, \dots, V_{S_l}\}$ .

**Модель интегральной оценки стратегического развития СЭС.** Пусть  $(\alpha_i, X_{(i)}, C(\alpha_i))$  – нечеткая переменная, описывающая  $i$ -тый целевой ориентир стратегического развития (критерий интегральной оценки), где  $\alpha_i$  – наименование нечеткой переменной;  $X_{(i)} = \{x\}$  – область определения нечеткой переменной (область определения критериев может быть различной);  $C(\alpha_i) = \{\mu_{C\alpha_i}(x)/x\}, (x \in X_{(i)})$  – нечеткое множество, описывающее возможные значения переменной  $\alpha_i$ ;  $\mu_{C\alpha_i}(x)$  – степень принадлежности заданного (фактического) значения  $x$  из области определения  $i$ -того критерия к нечеткому множеству  $C(\alpha_i)$ ;  $w_i$  – вес  $i$ -того критерия, причем  $w_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \frac{1}{n} \sum_{i=1, n} w_i = 1$ ;  $n$  – количество критериев интегральной оценки,  $i = \overline{1, n}$ . Пусть  $n$  целевых критериев могут быть разбиты на  $m$  групп ( $j = \overline{1, m}$ ), каждая из которых характеризует определенное направление стратегического развития СЭС.

Интегральный показатель стратегического развития СЭС в заданный период времени определяется на основе «жесткой» свертки. В случае если не использует-



ся группировка целевых ориентиров, интегральный показатель рассчитывается по формуле (18) при равной значимости критериев, и по формуле (19) – при разной.

$$IS = C(\alpha_1) \cap C(\alpha_2) \cap \dots \cap C(\alpha_n); \mu_{IS} = \min_{i=1, n} \mu_{C\alpha_i}(x), \quad (18)$$

$$IS = C^{w_1}(\alpha_1) \cap C^{w_2}(\alpha_2) \cap \dots \cap C^{w_n}(\alpha_n); \mu_{IS} = \min_{i=1, n} \mu^{w_i}_{C\alpha_i}(x), \quad (19)$$

где  $IS$  – нечеткое множество, описывающее достижение целевого стратегического состояния СЭС;  $\mu_{IS}$  – степень принадлежности, характеризующая достижение целевого стратегического состояния СЭС в заданный период (интегральный показатель стратегического развития СЭС).

В случае если используется группировка целевых ориентиров, то интегральный показатель рассчитывается в два этапа. Сначала рассчитываются интегральные показатели для каждой из  $m$  групп по формуле (20). Затем рассчитывается обобщенный интегральный показатель по формуле (21).

$$IS_j = C^{w_1}(\alpha_1) \cap C^{w_2}(\alpha_2) \cap \dots \cap C^{w_{n_j}}(\alpha_{n_j}); \mu_{IS_j} = \min_{i=1, n_j} \mu^{w_{ij}}_{C\alpha_{ij}}(x), \quad (20)$$

$$\mu_{IS} = \min_{j=1, n_j} \mu_{IS_j}^{w_j}, \quad (21)$$

где  $\mu_{IS_j}$  – интегральный показатель выполнения целевых ориентиров  $j$ -той группы;  $w_{ij}$  – вес  $i$ -того критерия в  $j$ -той группе, причем  $\frac{1}{n_j} \sum_{i=1, n_j} w_{ij} = 1$ ;  $n_j$  – количество критериев в  $j$ -той группе, причем  $n = \sum_{j=1, m} n_j$ , где  $w_j$  – вес  $j$ -той группы критериев, причем  $w_j \geq 0, j = \overline{1, m}; \frac{1}{m} \sum_{j=1, m} w_j = 1$ .

В общем случае, интерпретация значений функции принадлежности  $\mu_{IS}$  следующая: чем больше её значение, тем в большей степени СЭС продвинулась к стратегическому состоянию, которое было определено целевыми ориентирами. В диссертации предложены методы, позволяющие повысить информативность интегрального показателя и интерпретировать его значения.

Рассчитывая интегральные показатели для каждого из заданных периодов реализации стратегии, получаем множество оценок достижения целевого стратегического состояния СЭС  $V_s = \{V_{s_1}, V_{s_2}, \dots, V_{s_l}\}$  в периоды  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_l\}$ , что позволяет анализировать динамику выполнения стратегии развития СЭС.

Таким образом, модель интегральной оценки стратегического развития СЭС позволяет: получать интегральную оценку выполнения стратегии развития СЭС (контролировать достижение целевого стратегического состояния); детализировать интегральный показатель по группам целевых критериев; отслеживать динамику выполнения стратегии СЭС по периодам; использовать качественные экспертные описания стратегических целевых ориентиров СЭС; использовать ре-

зультаты стратегического контроля в последующих циклах стратегического управления.

В результате исследований был разработан **комплекс универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений** для основных этапов и задач стратегического управления, обозначенных в НТЗ. Схема применения универсальных моделей на основных этапах стратегического управления и получаемые результаты представлены на рис.2. Методологический инструментарий расширяет возможности ЛПР в обосновании решений о формировании и реализации стратегии развития СЭС, повышает качество подготовки решений.

В главе 2 также рассмотрены **методы организации экспертиз** для реализации комплекса универсальных моделей. Для формирования экспертной комиссии выявлены требования к её численности и составу; для оценки компетентности экспертов разработаны таблицы компетентности экспертов, отражающие опыт и знания экспертов в нескольких функциональных сферах деятельности СЭС; определены методы для свертки групповой экспертной оценки, а также оценки согласованности мнений экспертов. Методы реализованы в компьютерной программе «Информационная система организации экспертных опросов в экономической организации».

**Часть II «Разработка предметно-ориентированных систем поддержки принятия решений»** диссертации посвящена исследованию применимости предложенного комплекса универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений, а также возможности их интеграции со специализированными методами путем разработки СППР в стратегическом управлении СЭС разных видов. Каждая из глав 3-7 строится по следующей схеме: краткое описание процессов и проблем принятия стратегических решений в конкретной предметной области; обоснование применения и примеры реализации универсальных моделей поддержки принятия решений в данной предметной области, а также результаты разработки и применения специализированных моделей, учитывающих специфику предметной области (при наличии); описание структуры СППР и созданного программного обеспечения.

В третьей главе «Система поддержки принятия стратегических решений в управлении риском банкротства предприятия» рассматривается возможность применения универсальных моделей поддержки принятия решений для СЭС, обладающей следующими классификационными признаками: вид СЭС по пространственно-временному признаку – объект; вид СЭС по функционально-продуктовой принадлежности – рыночная (корпоративная); уровень СЭС – организационный; рассматриваемые функциональные сферы СЭС – финансовая.

Применение комплекса универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний позволяет решать ряд задач на основных этапах стратегического управления риском банкротства предприятия, а именно: оценка и отбор факторов внешней и внутренней среды, а также их сочетаний с точки зрения возможного их влияния на риск банкротства предприятия; оценка значимости и отбор проектов (мероприятий) по снижению риска банкротства; интегральная оценка выполнения стратегии управления риском банкротства.



Рисунок 2 – Схема и результаты применения универсальных моделей поддержки принятия решений в СППСР на основе экспертных знаний

Комплекс универсальных моделей дополнен рядом специализированных, позволяющих получать дополнительную информацию при анализе значимости факторов риска банкротства для данного предприятия, осуществлять количественную и качественную оценку уровня банкротства. В качестве специализированных моделей и методов использованы: метод главных компонент (для отбора количественных факторов банкротства); нечеткомножественная модель оценки риска банкротства. Разработана компьютерная программа «Информационная система управления риском банкротства предприятия» (ИСУРБ).

Предложенные модели и программное обеспечение повышают обоснованность и уровень подготовки управленческих решений в сфере стратегического управления риском банкротства предприятий, так как: предоставляют взаимосвязанный инструментарий для поддержки всех этапов управления риском банкротства; позволяют формировать набор факторов, оказывающих наибольшее влияние на риск банкротства, учитывающий особенности внешней и внутренней среды предприятия; позволяют использовать экспертные знания; позволяют, помимо собственно оценки риска банкротства, осуществлять отбор мероприятий для снижения риска банкротства, осуществлять контроль достижения целевых стратегических ориентиров при управлении риском банкротства предприятия.

Комплекс моделей и программа ЭВМ внедрены в АО «Сибкабель», г.Томск.

**В четвертой главе «Система поддержки принятия решений стратегического управления социально-экономическим развитием муниципального образования (города)»** рассматривается возможность применения универсальных моделей поддержки принятия решений для СЭС, обладающей следующими классификационными признаками: вид СЭС по пространственно-временному признаку – объект; вид СЭС по функционально-продуктовой принадлежности – общественная (публичная); уровень СЭС – муниципальный; рассматриваемые функциональные сферы СЭС – все.

Применение комплекса универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний позволяет решать ряд задач на основных этапах стратегического управления городом: оценка факторов (показателей) социально-экономического развития (СЭР) города, оценка и отбор факторов внешней и внутренней среды, а также их сочетаний с точки зрения возможного их влияния на социально-экономическое развитие города и необходимости учета в стратегии СЭР города; оценка значимости проектов СЭР города с учетом целей и влияния, оказываемого основными заинтересованными сторонами; интегральная оценка выполнения стратегии СЭР муниципального образования.

Предлагаемый комплекс математических моделей СППР стратегического управления социально-экономическим развитием города повышает качество и обоснованность управленческих решений на этапах стратегического анализа, выбора и контроля, так как позволяет: повысить информативность результатов анализа факторов внешней и внутренней среды города; выбирать ключевые направления социально-экономического развития города с учетом мнения населения, инвесторов и других заинтересованных сторон; оценивать социально-экономическое развитие города и контролировать выполнение стратегии СЭР на основе количественных и качественных критериев. Комплекс моделей и програм-

ма ЭВМ внедрены в отделе по социально-экономическому планированию, прогнозированию и труду администрации г.Юрга и были использованы при разработке комплексного документа «Стратегия социально-экономического развития муниципального образования «Город Юрга» на 2004-2013 годы».

**В пятой главе «Система поддержки принятия решений стратегического управления региональной инновационной системой»** рассматриваются возможности применения универсальных моделей поддержки принятия решений для СЭС, обладающей следующими классификационными признаками: вид СЭС по пространственно-временному признаку – среда; вид СЭС по функционально-продуктовой принадлежности – общественная (публичная); уровень СЭС – региональный; рассматриваемые функциональные сферы СЭС – инновационная.

Региональная инновационная система (РИС) – система взаимосвязанных элементов, осуществляющих инновационную деятельность и участвующих в обеспечении инфраструктуры инновационной деятельности региона. РИС представляет собой среду для реализации экономической политики региона. Её основное назначение – реализация конкурентных преимуществ региона, обеспечение экономического роста региона за счет инновационной составляющей экономики.

Применение комплекса универсальных моделей позволяет решать ряд задач на основных этапах стратегического управления РИС: оценка и отбор наиболее важных факторов внешней и внутренней среды РИС; оценка значимости и отбор проектов развития РИС с учетом целей и влияния, оказываемого основными заинтересованными сторонами; интегральная оценка выполнения стратегии развития РИС.

Комплекс универсальных моделей дополнен специализированными моделями учитывающими специфику РИС, что позволяет устанавливать взаимосвязи между результатами деятельности отдельных элементов региональной инновационной системы; оценивать влияние, оказываемое элементами региональных инновационных структур друг на друга и на инновационное развитие региона в целом.

Разработаны компьютерные программы «Информационная система стратегического планирования региональной инновационной системы», «Информационная система мониторинга инновационного развития региона», «Оценка проектов развития региональной инновационной системы».

Предлагаемый комплекс математических моделей СППР стратегического управления региональной инновационной системой, повышает качество и обоснованность управленческих решений на этапах анализа, выбора и контроля выполнения стратегии развития РИС, так как: обеспечивает взаимосвязь решений на слабоформализуемых этапах стратегического управления; позволяет формализовать качественные связи между элементами РИС и инновационным развитием региона, выбирать приоритетные проекты развития РИС и оценивать инновационное развитие региона на основе экспертных знаний. Комплекс моделей и программа ЭВМ внедрены в Администрации Кемеровской области и были использованы в рамках разработки среднесрочной региональной целевой программы «Развитие инновационной инфраструктуры Кемеровской области на 2007-2010 годы».

**В шестой главе «Модели и программное обеспечение системы поддержки принятия решений выбора индивидуальной образовательной траекто-**

**рии»** рассматривается возможность применения универсальных моделей принятия решений для поддержки процесса выбора индивидуальной образовательной траектории (ИОТ). Образовательный процесс как социально-экономическую систему можно классифицировать следующим образом: вид СЭС по пространственно-временному признаку – процесс; вид СЭС по функционально-продуктовой принадлежности – общественная (публичная); уровень СЭС – личность; рассматриваемые функциональные сферы СЭС – образование.

Индивидуальная образовательная траектория – это последовательность получения человеком необходимых для трудовой профессиональной деятельности компетенций, знаний, умений и навыков в течение всей жизни. Принятые решения в этой области для индивидуума являются стратегическими, поскольку ориентированы на получение выгод в будущем, их реализация требует серьезных вложений ресурсов, последствия имеют решающее значение для успешности человека. Качество и адекватность решения индивидуума зависит от полноты и качества информационной среды для поддержки этого выбора.

Применение универсальных моделей поддержки стратегических решений на основе экспертных знаний позволяет решать следующие задачи принятия решения индивидуумом о выборе своей образовательной траектории:

1. Иерархическая модель позволяет учитывать цели заинтересованных в выборе ИОТ сторон, оценивать возможные формы осуществления ИОТ для данного индивидуума, получать дополнительную информацию для принятия принципиального решения о выборе ИОТ.

2. Интегральная модель оценки образовательных программ на этапе выбора позволяет ранжировать альтернативы образовательных программ по соответствию прогнозируемых результатов их реализации предпочтениям и целям индивидуума; на этапе контроля – показывает меру достижения индивидуумом своих целей.

Система поддержки принятия решений о выборе индивидуальной образовательной траектории обеспечивает обработку информации от трех основных субъектов: работодателей, индивидуумов (абитуриентов) и учебных заведений. Разработана программа ЭВМ «Система оценки образовательных программ».

Предлагаемый комплекс математических моделей и программное обеспечение системы поддержки принятия решений при выборе индивидуальной образовательной траектории позволяет обеспечить взаимосвязь решений на этапах выбора и контроля образовательной траектории индивидуума на основе экспертных знаний. Комплекс моделей и программа внедрены в Юргинском техникуме машиностроения и информационных технологий.

**В седьмой главе «Модели системы поддержки принятия решений о внедрении облачных технологий при разработке ИТ-стратегии предприятия»** рассматривается возможность применения универсальных моделей для обоснования стратегических решений при реализации проектов внедрения облачных технологий. Рассматриваемая СЭС обладает следующими классификационными признаками: вид СЭС по пространственно-временному признаку – проект; вид СЭС по функционально-продуктовой принадлежности – рыночная (корпоративная); уровень СЭС – организационный; рассматриваемые функциональные

сферы СЭС – ИТ-сфера. Рассматривается функциональный уровень разработки стратегии.

В существующих методах оценки эффективности и рисков ИТ-проектов не уделяется достаточного внимания проблемам формирования информационного поля принятия решений о миграции ИТ-среды в облачную среду по следующим аспектам: влияние проектов внедрения облачных ИТ на достижение основной бизнес-стратегии предприятия, выбор функциональных сфер обработки информации, дающих больший эффект и меньшие риски при внедрении облачных сервисов, выбор альтернатив облачных сервисов с точки зрения достижения стратегических ориентиров предприятия и др. То есть отсутствуют инструменты, позволяющие обосновывать концептуальные решения еще на стадии разработки стратегии предприятия в целом и функциональной ИТ-стратегии.

Комплекс универсальных моделей был внедрен в ПАО «Рутелеком», г.Юрга. Результаты нечеткого SWOT-анализа позволяют получить оценки возможностей и угроз среды, сильных и слабых предприятия при внедрении облачных технологий. На основе анализа полученных оценок факторов и их комбинаций были разработаны основные стратегические альтернативы развития ПАО «Рутелеком», связанные с внедрением облачных технологий. Применение универсальной иерархической модели оценки проектов для оценки ИТ-приложений предприятия с точки зрения возможности их переноса в облачную среду позволяет выбрать приложения для миграции с учетом их ценности для достижения бизнес- и ИТ-стратегии предприятия.

**Часть III «Концепция системы поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС на основе экспертных знаний»** состоит из одной главы. В восьмой главе **«Концептуальные основы разработки систем поддержки принятия стратегических решений в СЭС»** проведено обобщение практического опыта разработки СППСР на основе экспертных знаний в социально-экономических системах. Показано, что на основе комплекса моделей реализованы СППСР для СЭС каждого вида согласно пространственно-временному и функционально-продуктовому признакам. Созданы СППСР для СЭС четырех уровней – от регионального до личностного. Представлены возможности охвата функциональных сфер СЭС – единичная или все. В созданных предметно-ориентированных СППСР представлены различные комбинации этапов стратегического управления, обеспечиваемых универсальными моделями. Отдельные СППСР используют только комплекс универсальных моделей принятия решений, другие дополнены специализированными моделями, учитывающими специфику предметной области и задач принятия решений. Предложенный комплекс универсальных моделей применим как для СЭС в целом, так и на уровне функциональных стратегий.

В результате обобщения практического опыта разработки СППСР были сформулированы основные принципы разработки систем поддержки принятия решений в стратегическом управлении социально-экономической системой на основе экспертных знаний. Разработаны концепция, типовая структура и состав СППСР на основе экспертных знаний. Входная, выходная информация типовых

модулей, их взаимосвязь, а также модели поддержки принятия решений, реализованные в данных модулях, представлены на рис.3.

Предложенный комплекс универсальных моделей принятия стратегических решений представляет собой некий конструктор, позволяющий формировать необходимый набор моделей поддержки принятия решений в любой предметной области (стратегическое управление различными видами СЭС) на этапах стратегического анализа, выбора и контроля. Применение данной методологии позволяет осуществлять разработку СППСР для СЭС различных видов путем сборки из готовых типовых автоматизированных модулей.

Эффект от применения концепции СППСР на основе универсального математического и программного обеспечения проявляется в экономии временных и финансовых ресурсов при создании предметно-ориентированных СППСР за счет использования готовых типовых решений, универсальных программных модулей. Снижение временных затрат составляет 30-35% на стадии проектирования программного обеспечения и 35-40% на стадии разработки. Общее снижение финансовых затрат на создание предметно-ориентированной системы поддержки принятия стратегических решений составляет 35%. Сравнительный анализ программного обеспечения для поддержки стратегического управления показал отсутствие полных аналогов предлагаемого программного обеспечения, способных решить проблему исследования и обеспечить поддержку НТЗ.

**В приложениях** приведены данные и результаты расчетов по отдельным моделям принятия решений, результаты разработки специализированных моделей принятия решений для СППСР, представленных в главах 3-7, таблицы с обобщением практического опыта разработки СППСР на основе экспертных знаний, результаты сравнительного анализа программного обеспечения, а также акты и справки о внедрении результатов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В диссертации решена важная научная проблема по созданию комплекса универсальных моделей поддержки принятия стратегических решений для типовых задач стратегического управления социально-экономической системой на основе экспертных знаний, а также программного обеспечения предметно-ориентированных систем поддержки принятия стратегических решений. Диссертационная работа представляет собой совокупность новых научных результатов и положений, развивающих теоретические основы и методологические подходы в трех направлениях научных исследований: теория и методология стратегического управления СЭС; методы принятия решений в условиях неопределенности и математическое обеспечение для обоснования стратегических решений; программное обеспечение предметно-ориентированных СППР.



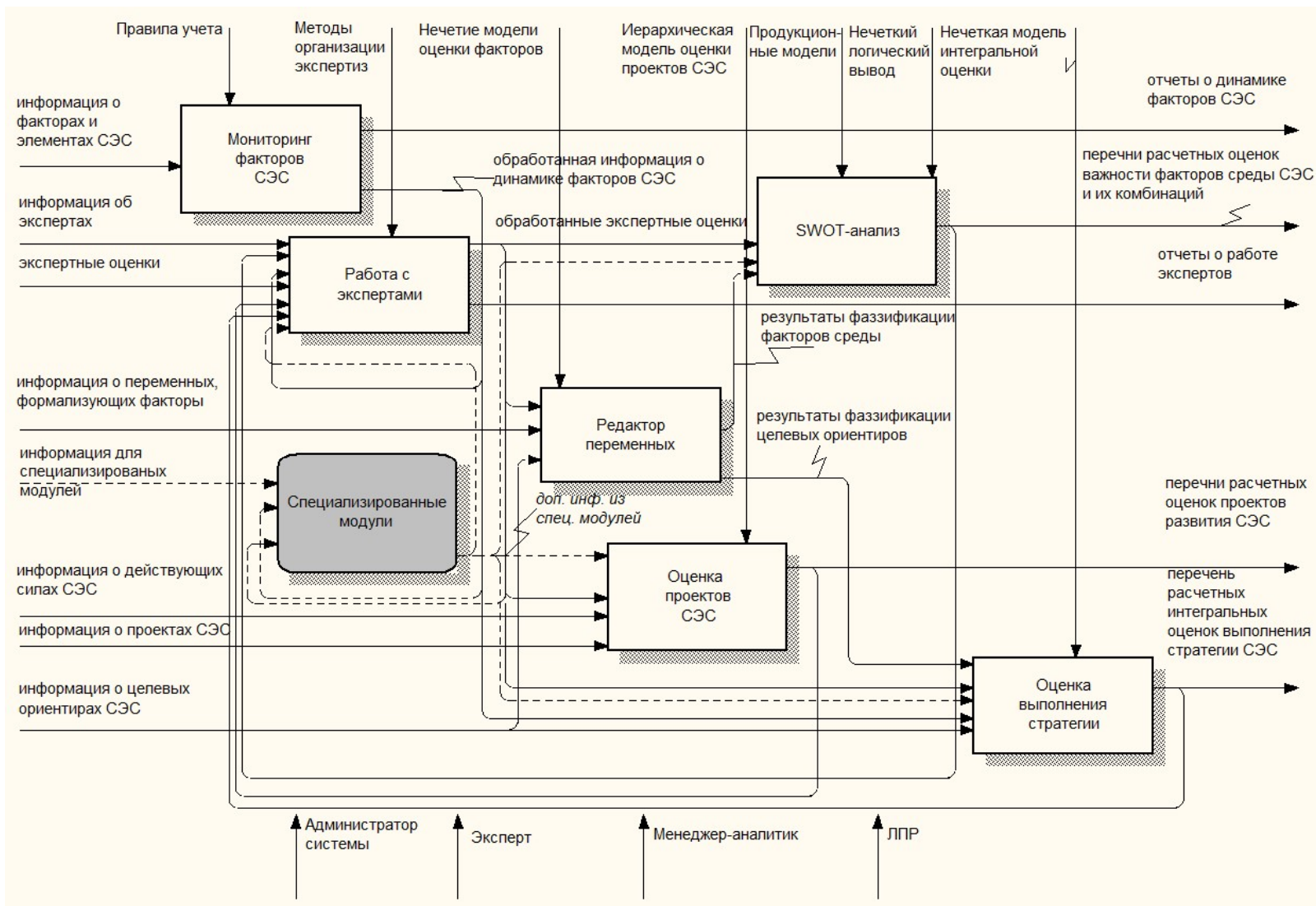


Рисунок 3 – Типовые модули СППР для стратегического управления СЭС на основе экспертных знаний (— для универсальных модулей; - - для специализированных модулей)

### Основные результаты работы:

1. Проведен анализ проблем принятия стратегических решений в социально-экономических системах, методов и инструментов поддержки стратегического управления СЭС. Выделены классификационные признаки СЭС, определяющие особенности стратегического управления СЭС. Установлено, что для поддержки принятия решений о стратегии развития любой социально-экономической системы необходимо создавать методы, модели и средства поддержки принятия решений, обеспечивающие обработку экспертных оценок и знаний.

2. На основе анализа типовых ситуаций и проблем, возникающих при принятии стратегических решений в СЭС любого вида на неформализуемых этапах стратегического управления, выделен набор типовых задач принятия стратегических решений на основе экспертных знаний.

3. На основе анализа классических методов стратегического управления, основных подходов к разработке методов поддержки принятия решений для стратегического управления СЭС, а также программного обеспечения для поддержки стратегических решений обоснована актуальность задачи создания универсальных моделей и программного обеспечения поддержки принятия стратегических решений на основе экспертных знаний для неформализуемых этапов стратегического управления СЭС.

4. Разработан комплекс универсальных моделей поддержки принятия решений, обеспечивающий решение типовых задач стратегического управления социально-экономической системой на основе экспертных знаний. Предложена схема применения и взаимодействия универсальных моделей поддержки принятия решений в СППСР на основе экспертных знаний.

4.1. Разработаны нечеткие модели оценки стратегических факторов развития СЭС на основе метода попарных сравнений, с использованием статистических данных и экспертных оценок параметров стандартных функций, позволяющие формализовать представления эксперта о желаемом (допустимом, требуемом) уровне проявления данного фактора СЭС и/или об его влиянии на возможность достижения стратегического состояния СЭС.

4.2. Разработаны нечеткие модели SWOT- анализа, позволяющие внести в процесс принятия решений систематизацию, повысить возможности ЛППР к восприятию сложной многофакторной информации. Эти модели повышают качество и обоснованность управленческих решений в условиях недостаточности и неполноты информации, неопределенности факторов внешней и внутренней среды.

4.3. Разработана иерархическая модель оценки проектов стратегического развития СЭС на основе экспертных знаний, которая позволяет адекватно учитывать влияние основных субъектов внешней и внутренней среды СЭС на стратегическое развитие СЭС, оценивать проекты с точки зрения вклада в достижение сформулированного стратегического состояния СЭС, обеспечивать поддержку принятия решения при выборе приоритетного направления развития СЭС.

4.4. Разработана модель интегральной оценки стратегического развития СЭС, позволяющая осуществлять оценку выполнения стратегии развития СЭС (контролировать достижение целевого стратегического состояния); анализировать

динамику выполнения стратегии СЭС по периодам; использовать результаты стратегического контроля в последующих циклах стратегического управления.

4.5. Предложены методы организации и обработки результатов экспертных опросов.

5. Проведен ряд исследований по практической реализации предложенного комплекса универсальных моделей для разработки систем поддержки стратегических решений в СЭС различных видов. Конкретные реализации СППСР обладают новизной по отношению к используемым в этих СЭС методам принятия решений, позволяют решать актуальные задачи стратегического управления конкретных социально-экономических систем на основе оригинального математического и программного обеспечения. Созданы программные продукты, реализующие разработанные модели принятия решений.

6. Сформулированы основные принципы разработки систем поддержки принятия решений в стратегическом управлении социально-экономической системой на основе экспертных знаний. Разработана концептуальная структура СППР для стратегического управления СЭС на основе экспертных знаний, определены состав, взаимосвязи и назначение типовых модулей. Применение предложенной методологии позволяет осуществлять быструю разработку СППСР для СЭС различных видов путем сборки из готовых типовых модулей.

7. Применение предложенных моделей и концепции СППР позволяет снизить на 35% финансовые затраты на создание предметно-ориентированной системы поддержки принятия стратегических решений.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Монографии**

1. **Захарова, А.А.** Математическое и программное обеспечение стратегических решений в муниципальном управлении / А.А. Захарова, Т.Ю. Чернышева, А.А. Мицель; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 214 с.

2. **Захарова, А.А.** Система поддержки принятия решений о стратегии инновационного развития региона / А.А.Захарова; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 144 с.

3. **Захарова, А.А.** Информационная система управления риском банкротства предприятия / А.А.Захарова, Е.В.Телипенко, А.А.Мицель, С.В.Сахаров; Юргинский технологический институт. – Томск: ТПУ, 2013. – 144 с.

### **Статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК**

4. **Захарова, А.А.** Методы построения терм-множеств лингвистических переменных в системе поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии города / А.А.Захарова, А.А.Григорьева // Автоматизация и современные технологии, 2006. – №5. – С. 22-26

5. Мицель, А.А. Применение нечетких лингвистических моделей при разработке стратегии развития муниципального образования / А.А.Мицель, А.А. За-

**харова** // Известия Томского политехнического университета, 2005. – Т.308. – №4. – С.178-182

6. **Захарова, А.А.** Новые модели принятия решений о социально-экономическом развитии города / А.А.Захарова, Е.Ю.Сухарева, О.А.Таскаева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2006. – № 1. – С.38-42

7. **Захарова, А.А.** Автоматизация SWOT-анализа организации с применением нечётких моделей / А.А.Захарова // Автоматизация и современные технологии. – 2008. – № 3. – С. 29-34

8. Чернышева, Т.Ю. Иерархическая модель оценки состояния социально-экономического развития муниципального образования / Т.Ю.Чернышева, **А.А. Захарова**, А.А. Мицель // Известия Томского политехнического университета, 2008. – Т. 313. – № 6. – С. 44–48

9. **Захарова, А.А.** Многоуровневая система управления риском банкротства предприятия / А.А.Захарова, Е.В.Кочеткова // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – № 3(168). – С. 46-50

10. **Захарова, А.А.** Нечеткие модели и алгоритмы формализации экспертных знаний о формировании и развитии региональной инновационной системы / А.А.Захарова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – Вып. 3. – С. 236-244

11. **Захарова, А.А.** Разработка информационной системы стратегического планирования региональной инновационной системы / А.А.Захарова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – Вып. 3. – С.227-235

12. **Захарова, А.А.** Система поддержки принятия решений о стратегии инновационного развития региона / А.А.Захарова, Е.В.Ожогов, С.В.Сахаров // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011 – №. 10(88) – С.30-34

13. **Захарова, А.А.** Автоматизация выбора проектов развития региональной инновационной системы на основе иерархической модели / А.А.Захарова, С.В.Сахаров, Т.Ю.Чернышева // Автоматизация и современные технологии. – 2011. – №. 11. – С.38-43

14. **Захарова, А.А.** Комплекс нечетких моделей принятия решений о стратегии инновационного развития региона / А.А.Захарова // Менеджмент в России и за рубежом. – 2011. – № 4. – С.48-52

15. **Захарова, А.А.** Проблемы методологического обеспечения стратегического планирования инновационного развития региона/ А.А.Захарова // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – № 16. – С.11-16

16. **Захарова, А.А.** Программное обеспечение организации работы экспертов при принятии решений о стратегии развития региона / А.А.Захарова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № ОВ2. – С.292-299

17. Телипенко, Е.В. Моделирование риска банкротства производственного предприятия / Е.В.Телипенко, **А.А. Захарова** // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2011. – № 6. – С. 179-183

18. **Захарова, А.А.** Программный комплекс стратегического планирования региональной инновационной системы / А.А.Захарова, Е.В.Ожогов, С.В.Сахаров // Ползуновский вестник. – 2012 – №. 2-1. – С.44-49
19. Лазарева, А.Н. Математическое и программное обеспечение поддержки выбора образовательной траектории индивидуума / А.Н.Лазарева, О.Ю.Зорина, **А.А. Захарова** // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № ОВ4. – С. 34-39
20. **Захарова, А.А.** Интегральная оценка инновационного развития региона на основе нечетких множеств [Электронный ресурс] / А.А.Захарова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – Режим доступа: [www.science-education.ru/109-9222](http://www.science-education.ru/109-9222)
21. **Захарова, А.А.** Выбор метода минимизации риска банкротства предприятия горного машиностроения на основе иерархических моделей /А.А.Захарова, Е.В.Телипенко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012 – №. ОВ4. – С.158-169
22. **Захарова, А.А.** Интегральный показатель оценки выполнения стратегии управления риском банкротства предприятия / А.А.Захарова, Е.В.Телипенко // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – №. 3 (29). – С. 152-158
23. **Захарова, А.А.** Применение технологии нечеткого SWOT-анализа в управлении риском банкротства инновационного предприятия /А.А.Захарова, Е.В.Телипенко, С.В.Сахаров // Ползуновский вестник. – 2013. – № 2. – С. 12-16
24. **Захарова, А.А.** Математическое и программное обеспечение системы поддержки стратегических решений в сфере управления риском банкротства предприятия / А.А.Захарова, Е.В.Телипенко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 5. – С.22-27
25. **Захарова, А.А.** Отбор факторов риска банкротства предприятия на основе метода главных компонент [Электронный ресурс] / А.А.Захарова, Е.В.Телипенко // Корпоративные финансы. – 2014. – №. 1. – С.64-72. – Режим доступа: <https://cfjournal.hse.ru/2014-8-1/118763264.html>
26. **Захарова, А.А.** Информационная система поддержки выбора индивидуумом образовательных программ [Электронный ресурс] / А.А.Захарова, А.Н.Лазарева, О.Ю.Зорина, В.В.Останин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №3. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/117-13814>
27. **Захарова, А.А.** Разработка региональной информационной системы поддержки управления образовательными траекториями населения: структура и методы / А.А.Захарова, В.В.Останин, С.Я.Терешкин // Ползуновский вестник. – 2014. – №. 2. – С. 134-137
28. **Захарова, А.А.** Информационная система оценки образовательных программ на основе требований работодателей [Электронный ресурс] / А.А.Захарова, А.Н.Лазарева, О.Ю.Зорина, В.В.Останин // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/122-20292>

29. **Захарова, А.А.** Нечеткие модели стратегического анализа в стратегическом управлении социально-экономической системой / А.А.Захарова // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 11-2. – С.276-280

#### **Статьи в журналах, индексируемых Scopus/Web of Science**

30. **Zakharova, A.A.** Fuzzy SWOT analysis for selection of bankruptcy risk factors / A.A.Zakharova // *Applied Mechanics and Materials*. – 2013. – V.379. – PP.207-213

31. Razumnikov, S.V. A model of decision support on migration of enterprise IT-applications in the cloud environment / S.V.Razumnikov, **A.A.Zakharova**, M.S.Kremneva // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – V.682. – PP. 600-605

32. Telipenko, E.V. Bankruptcy risk management of a machine builder / E.V.Telipenko, **A.A.Zakharova** // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – V.682. – PP. 617-622

#### **Статьи в прочих рецензируемых научно-технических журналах и трудах конференций (всего 41, приводятся основные)**

33. **Захарова, А.А.** Нечеткие модели оценки факторов социально-экономического развития города / А.А.Захарова, А.А.Мицель // *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*. – 2005. – № 4 (12). – С. 20-26

34. **Захарова, А.А.** Модель интегральной оценки стратегического развития города / А.А.Захарова, А.А.Мицель // *Доклады ТУСУР-2005/* под ред. А.В. Кобзева. – 2005. – Вып. 3(11). – С.111-116

35. **Захарова, А.А.** Нечеткие методы принятия решений в системе поддержки принятия решений о стратегии развития предприятия / А.А.Захарова // *Известия Орловского государственного технического университета. Серия Информационные системы и технологии. «Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП). Материалы международной научно-технической конференции: 25-26 мая 2006 г»*. – Орел: ОрелГТУ, 2006. – № 1(1). – Т.1. – С.82-87

36. **Захарова, А.А.** Некоторые аспекты разработки информационной системы поддержки принятия стратегических решений об инновационном развитии региона / А.А.Захарова // *Современные наукоемкие технологии. Научный журнал*. – 2007. – № 9. – с.27-29

37. **Захарова, А.А.** Иерархическая модель выбора индивидуальной образовательной траектории / А.А.Захарова, О.Ю.Зорина, А.Н.Лазарева // *В мире научных открытий*. – 2011. – №. 3(15). – С. 266-271

38. **Захарова, А.А.** Технология информационной поддержки управления региональной инновационной системой / А.А.Захарова // *Е-экономика – Е-общество в Центральной и Восточной Европе: Труды X Международной научной конференции - Польша, Люблинский католический университет им. Иоанна Павла II, 11-13 мая 2009*. - Польша, Варшава: Люблинский католический университет им. ИОАННА ПАВЛА II, 2009. – С. 335-340

39. **Захарова, А.А.** Среда разработки систем поддержки стратегических решений на основе экспертных знаний: постановка задачи / А.А.Захарова // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых, Юрга, 23-25 Мая 2013. – Томск: ТПУ, 2013. – С. 337-341
40. Разумников, С.В. Экспертная оценка о возможности перехода корпоративных приложений в облачную среду / С.В.Разумников, **А.А.Захарова**, М.С.Кремнёва // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: в 2 т., Юрга, 22-23 Мая 2014. – Томск: ТПУ, 2014 – Т. 2 – С.69-74.
41. Захарова, А.А. Модель оценки стратегического развития социально-экономической системы /А.А.Захарова, А.А.Александров // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – С.212-213
42. **Zakharova, A.A.** Information system of bankruptcy risk management of an enterprise / A.A.Zakharova, E.V.Telipenko // 7th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2012): Proceedings: in 2 vol., Tomsk, September 18-21, 2012. – Tomsk: TPU Press, 2012. – V.1 – PP. 539-543
43. **Zakharova, A.A.** Decision making models on the basis of expert knowledge for an engineering enterprise strategic management / A.A.Zakharova // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – V.770. – PP. 645-650
44. **Zakharova, A.A.** Formalization model of expert knowledge about a technical index level of engineering products / A.A.Zakharova, V.V.Ostanin // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2015. – V.91. – Article number 012070.
45. Telipenko, E. Forecasting risk of bankruptcy for machine-building plants / E.Telipenko, **A.Zakharova**, S.Sopova // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2015. – V.91. – Article number 012066
46. **Zakharova, A.A.** Models used to select strategic planning experts for high technology productions / A.A.Zakharova, A.A.Grigorjeva, A.P.Tseplit, E.V. Ozhogov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – V.127. – №. 1, Article number 012029.
47. **Zakharova, A.A.** Mathematical software for evaluating and supporting the selection decision on academic programs / A.A. Zakharova, A.N. Lazareva, A.A.Aleksandrov // Advances in Computer Science Research – Proceedings of the 2016 conference on Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM). – 2016. – V. 51. - PP.554-559
48. **Zakharova, A.A.** Developing the structure and structural patterns for a system to support strategic decision making using expert knowledge / A.A.Zakharova, E.V.Telipenko, V.V.Ostanin // 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2016): Proceedings: in 2 vol., Novosibirsk, June 1-3, 2016. – Novosibirsk: NSTU, 2016. - V.2 - PP. 497-501

### Свидетельства о регистрации программ ЭВМ

1. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610206. FUZZY-SWOT-1.0 / Захарова А.А., Салифов С.В.; заявитель и правообладатель **Захарова А.А.**, Салифов С.В. - № 2006613889; заявл. 16.11.06; зарег. 09.01.07
2. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2008611598. Информационная система мониторинга инновационного развития региона / **Захарова А.А.**, Черкасова М.Е.; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО ТПУ. - № 2008710606; заявл. 21.02.08; зарег. 27.03.08
3. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2010616923. Информационная система организации экспертных опросов в экономической организации / **Захарова А.А.**, Каретников Е.А.; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО НИ ТПУ. – № 2010615357; заявл. 31.08.10; зарег. 15.10.10
4. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2011616747. Информационная система стратегического планирования региональной инновационной системы / **Захарова А.А.**, Сахаров С.В., Ожогов Е.В.; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО НИ ТПУ. - № 2011614944; заявл. 05.07.11; зарег. 31.08.11
5. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2011616753. Оценка проектов развития региональной инновационной системы / **Захарова А.А.**, Сахаров С.В.; заявитель и правообладатель ГОУ ВПО НИ ТПУ. - № 2011614960; заявл. 06.07.11; зарег. 31.08.11
6. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2013614108. Информационная система управления риском банкротства предприятия / **Захарова А.А.**, Телипенко Е.В., Сахаров С.В.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО НИ ТПУ. - № 2013611519; заявл. 04.03.2013; зарег. 23.04.13
7. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2014619825. Система оценки образовательных программ / **Захарова А.А.**, Лазарева А.Н., Зорина О.Ю., Останин В.В., заявитель и правообладатель ФГАОУ ВО НИ ТПУ. - № 2014617805; заявл. 06.08.2014; зарег. 23.09.14

### Используемые сокращения:

- ИОТ – индивидуальная образовательная траектория;  
 ИСУРБ – информационная система управления риском банкротства;  
 ИТ – информационные технологии;  
 МО – муниципальное образование;  
 НТЗ – набор типовых задач принятия стратегических решений в стратегическом управлении социально-экономической системой на основе экспертных знаний  
 РИС – региональная инновационная система;  
 СППР – система поддержки принятия решений;  
 СППСР – система поддержки принятия стратегических решений;  
 СЭР – социально-экономическое развитие;  
 СЭС – социально-экономическая система.