

На правах рукописи



ХАНОВА Анна Алексеевна

МЕТОДОЛОГИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫМ ПОРТОМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Специальность: 05.13.10 –
«Управление в социальных и экономических системах»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Астрахань – 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Астраханский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «АГТУ»)

Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Проталинский Олег Мирославович.

Официальные оппоненты: профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», доктор технических наук, профессор
Большаков Александр Афанасьевич,

проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», заведующая кафедрой «Информационные системы», доктор технических наук, профессор
Петрова Ирина Юрьевна,

заведующий лабораторией анализа и прогнозирования транспортно-логистических систем Института народнохозяйственного прогнозирования Российской Академии Наук (ИНП РАН), доктор экономических наук, профессор
Щербанин Юрий Алексеевич.

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет».**

Защита состоится 17 мая 2013 г. в 11:00 на заседании диссертационного совета Д 307.001.06 на базе Астраханского государственного технического университета по адресу: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, главный корпус, ауд. № 313.

Ваши отзывы в количестве двух экземпляров, заверенные гербовой печатью организации, просим присылать по адресу: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева 16, ученому секретарю диссертационного совета Д 307.001.06.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Астраханского государственного технического университета.

Автореферат разослан _____ 2013 г.



Ученый секретарь
диссертационного совета

Попов Георгий Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Морской и внутренний водный транспорт занимает значительное место в процессе социально-экономического развития России, обеспечивает условия для экономического роста, повышения конкурентоспособности российской экономики и вовлеченности ее в мировую экономику. Доля российских грузовых портов в мировом грузообороте приближается к 5%. По грузовому потенциалу морской торговли Россия входит в число 6 ведущих стран мира. Рост масштаба глобализации и вхождения страны в мировой рынок, в частности присоединение к Всемирной торговой организации, будет также сопровождаться ростом спроса на транспортировку грузов и высокое качество логистических услуг. К 2030 году планируется увеличение объема грузооборота отечественных морских портов в 1,5 раза, повышение коэффициента использования перегрузочных комплексов до уровня 75-80% и эффективное развитие портовой инфраструктуры.

Согласно документу «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г.» важнейшим направлением развития портов является сбалансированное развитие инфраструктуры «на основе всестороннего анализа статистики и использования математических методов, прогнозирования динамики грузовой базы, анализа моделей развития транспортной системы с целью выбора оптимально сбалансированных вариантов». Совокупность взаимосвязанных управляющих, технологических и информационных факторов, интеграция экономики и общества, представляющая собой взаимообусловленное функционирование производства транспортировки груза и логистических услуг, характеризуют грузовой порт как социально-экономическую систему, управление которой основано на теории организационных систем. Для достижения успеха в сложном и динамичном окружении портам необходимо постоянно адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, опережая своих конкурентов по качеству, скорости и гибкости предоставления услуг. Это невозможно без оперативного получения руководством информации о деятельности порта для своевременного принятия решений прежде, чем они найдут свое отражение в виде финансовых результатов. В то же время даже оперативные действия порта должны быть скоординированы и направлены на достижение определенных долгосрочных целей, выраженных в виде показателей, которые зачастую разрознены, не дают полной картины происходящего, не позволяют судить о том, насколько успешно реализуется стратегия порта. Актуальным становится совершенствование механизмов управления в области транспортно-логистических систем, включающее в себя возможность оценки эффективности достижения стратегических целей на основе набора показателей, а также возможность формирования управленческих решений с учетом риска недостижения таких целей.

В тоже время, не все принципы выбора управленческих решений и условия, влияющие на этот выбор, могут быть выражены в виде количественных соотношений. При этом процессы грузового порта отличаются сложностью формализации и значительным объемом информации, необходимой для их математического описания в форме представлений и предпочтений экспертов.

Степень разработанности темы. Вопросам исследования грузового порта как организационно-технической системы посвящены работы Аракелова Ф.Г., Ветренко Л.Д., Воевудского Е.Н., Кириченко А.В., Кузнецова А.Л., Лебедева С.Б., Миротина Л.Б., Немчикова В.И. и др. В работах Буркова В.Н., Воронина А.А., Лапыгина Ю.Н., Мишина С.П., Новикова Д.А., Трахтенгерца Э.А., Щепкина А.В., Юдицкого С.А. рассматриваются вопросы управления в социально-экономических системах, в том числе – стратегического. Отсутствуют исследования по разработке новых и совершенствованию существующих структур, методов и моделей стратегического управления грузовым портом как социально-экономической системой.

Недостаточная изученность **научной проблемы** создания методологических основ стратегического управления и моделирования в приложении к процессам грузового порта как социально-экономической системы обуславливает необходимость проведения научных исследований в этой сфере.

Основные разделы исследования выполнены в тематике госбюджетных научно-исследовательских работ ФГБОУ ВПО «АГТУ» «Теоретический анализ и математическое моделирование информационных систем» в 2003 2008 и 2010 2012 гг. Их содержание отвечает положениям «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации» (2008 г.), «Концепции развития транспортно-логистической инфраструктуры Астраханского транспортного узла» (2008 г.), Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2015 гг.)», приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (2011 г.): «Информационно-телекоммуникационные системы» и «Транспортные и космические системы».

Объект исследования – системные связи и закономерности функционирования и развития процессов грузового порта.

Предмет исследования – стратегическое управление грузовым портом.

Цель диссертационной работы – повышение эффективности процессов управления грузовым портом на основе использования теории управления и принятия решений.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих **задач**:

1. провести системный анализ процессов грузового порта как социально-экономической системы и процедур стратегического управления;
2. сформулировать принципы и построить концептуальную структуру управления грузовым портом в виде причинно-следственных связей между достижением целей, изменениями показателей деятельности, принятием управленческих решений и потреблением ресурсов;
3. создать методику построения имитационной модели грузового порта и комплекс мультиаспектных моделей с целью исследования конфигурации грузового порта в заданных ситуациях;
4. разработать методы и алгоритмы синтеза и анализа структуры сбалансированной системы показателей, формирования и принятия управленческих решений в грузовом порту;
5. реализовать модели, методы и механизмы в виде алгоритмического и

программного обеспечения системы поддержки принятия управленческих решений;

6. провести исследование влияния предложенных моделей, методов и процедур на повышение эффективности управления и снижение риска недостижения стратегических целей грузового порта.

Научная новизна. Впервые предложена методология стратегического управления грузовым портом, базирующаяся на исследовании системных связей и закономерностей его функционирования как социально-экономической системы, включающая:

1. концепцию в виде совокупности полной системы взаимосвязанных принципов, достаточных для решения задач стратегического управления в области транспортно-логистических систем, и концептуальной структуры конфигурации грузового порта, отличающуюся интеграцией и конвергенцией мультиаспектных моделей области исследования;
2. методику создания имитационной модели процессов грузового порта, основанную на построении двухуровневой онтологической и процессной моделей грузового порта;
3. методы синтеза структуры сбалансированной системы показателей с использованием искусственных нейронных сетей и анализа ее закономерностей на основе когнитивной модели, позволяющие оценить эффективность стратегического управления;
4. метод формирования управленческих решений на основе анализа ситуаций с использованием имитационной модели, отличающийся возможностью изменения конфигурации грузового порта;
5. алгоритм интеграции разработанных моделей и методов для реализации стратегического управления.

Теоретическая значимость работы:

1. созданы теоретические основы стратегического управления и моделирования грузового порта как социально-экономической системы, включающие концепцию, модели, методы и алгоритмы управления;
2. разработаны методологические основы синтеза и анализа сбалансированной системы показателей, инвариантные к предметной области, позволяющие формировать стратегические управленческие решения и оценивать их эффективность с использованием имитационного моделирования.

Практическая значимость работы:

1. разработано алгоритмическое и программное обеспечение системы поддержки принятия управленческих решений, реализующее следующие методы:
 - метод синтеза структуры сбалансированной системы показателей, имеющий универсальное назначение;
 - метод анализа сбалансированной системы показателей априори и апостериори на основе статистической обработки данных, полученных с использованием имитационной модели или данных корпоративной информационной системы грузового порта;

– метод формирования управленческих решений различных классов на основе анализа ситуации в грузовом порту;

2. разработан комплекс имитационных моделей грузового порта, позволяющий повысить полноту и точность представления знаний таких аспектов деятельности порта, как качество, затраты, основные фонды, ресурсы, риски и логистика, и обеспечивающий руководству высшего звена порта возможность повысить эффективность и снизить риск принимаемых решений.

Результаты исследования использованы в работе «Техническое задание на формирование информационно-коммуникационной инфраструктуры транспортного коридора «Север-Юг» (Астраханский транспортный узел и порт «ОЛЯ»)), выполненной по заказу Правительства Астраханской области по государственному контракту. Система синтеза структуры и анализа сбалансированной системы показателей внедрена в Министерстве промышленности, транспорта и природных ресурсов Астраханской области. Комплекс имитационных моделей внедрен в деятельность ЗАО «Морской торговый порт ОЛЯ» (г. Астрахань), ОАО «Мурманский морской рыбный порт» (г. Мурманск). Система поддержки принятия управленческих решений и анализа сбалансированной системы показателей внедрена в деятельность ЗАО «Астраханский морской порт» (г. Астрахань), ООО «Электротехническая компания» (г. Астрахань). Учебный вариант разработанного программного обеспечения используется в ФГБОУ ВПО «АГТУ», ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет сервиса» (г. Тольятти) и ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов) для подготовки научных и инженерных кадров.

Методология и методы исследования: системный анализ и инженерия знаний, теория управления организационными системами, имитационное моделирование, методы эмпирического исследования (наблюдение, сравнение, эксперимент), методы логистики, методы искусственного интеллекта, методы планирования экспериментов, аппарат сетей Петри, теория принятия решений, теория вероятностей и математической статистики, стратегический менеджмент.

Положения, выносимые на защиту:

1. тетрадная модель конфигурации сложных систем в виде композиции графов целей, показателей, управленческих решений и операций в грузовом порту;
2. имитационная модель процессов грузового порта;
3. методы синтеза структуры и анализа сбалансированной системы показателей;
4. метод формирования управленческих решений на основе анализа ситуации в грузовом порту;
5. структура системы поддержки принятия управленческих решений на базе разработанных моделей, методов и алгоритмов.

Степень достоверности исследования обусловлена корректным применением указанных методов исследования и подтверждается адекватностью результатов использования имитационной модели, результатами программного моделирования, успешным внедрением результатов работы на

предприятиях транспортно-логистического профиля, в органах государственной власти.

Апробация научных результатов. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на XVIII-XXV Международных научных конференциях «Математические методы в технике и технологиях» (Казань, 2005; Воронеж, 2006; Ярославль, 2007; Саратов, 2008, 2010, 2011; Псков, 2009; Волгоград, 2012), II и XI Международных научно-практических конференциях «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (Санкт-Петербург, 2006, 2011), Международной научно-технической конференции «Компьютерное моделирование 2006» (Санкт-Петербург, 2006), IV Международной научно-практической конференции «Управление в социальных и экономических системах» (Пенза, 2006), Всероссийской научной конференции «Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности» (Астрахань, 2007), I Международной научно-технической конференции «Эволюция системы научных коммуникаций Ассоциации университетов Прикаспийских государств» (Астрахань, 2008), Всероссийских научных конференциях «Инновационные технологии в науке, экономике и образовании» (Бийск, 2009, 2010, 2012), V Международной научно-технической конференции «Информатизация процессов формирования открытых систем на основе СУБД, САПР, АСНИ и систем искусственного интеллекта» (Вологда, 2009), Международной научно-практической конференции «Инновационная деятельность в сфере образования и науки – приоритетное направление политики государства» (Астрахань, 2009), Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии обучения в высшей школе» (Сочи, 2009), Межрегиональной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и научной деятельности» (Хабаровск, 2009), I Международной научно-технической конференции «Компьютерные науки и технологии» (Белгород, 2009), Всероссийской Конференции «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях» (Иркутск, 2009), III Международной научной конференции «Региональная специфика развития бизнеса и экономики» (Астрахань, 2010), I Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии: Теория, инструменты, практика (INNOTECH 2009)» (Пермь, 2010), VI Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий» (Сочи, 2010), Международной научно-практической конференции «Суперкомпьютеры: Вычислительные и информационные технологии» (Хабаровск, 2010), Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования университетов, интеграция в региональный инновационный комплекс» (Астрахань, 2010), VI Международной научно-практической конференции «Перспективы развития информационных технологий» (Новосибирск, 2012), Международной научной конференции «Компьютерные науки и информационные технологии» (Саратов, 2012).

Публикации. Основные теоретические и прикладные результаты диссертационной работы изложены в 2 монографиях, 20 статьях в периодических и научно-технических журналах, рекомендуемых ВАК РФ, 51 статье в сборниках материалов всероссийских и международных научных конференций. Получено 9 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Без соавторства опубликовано 15 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация содержит введение, 6 глав, заключение, библиографический список из 360 наименований, 18 приложений. Основная часть диссертации изложена на 260 страницах и содержит 55 рисунков и 32 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практические результаты.

В первой главе дано определение грузового порта (ГП) как социально-экономической системы (СЭС) с точки зрения теории организационных систем, включающее описание состава и структуры ГП, множества допустимых действий, информированности и предпочтений участников СЭС ГП. Для научного познания и изучения практической деятельности ГП проведен его системный анализ, включая онтологический, ситуационный, процессный, функциональный, нормативный и маркетинговый подходы. Это позволило установить слабоформализуемый характер процессов в ГП, выраженный в невозможности построения аналитических моделей и прогнозов, что ведет к неопределенности в реализации стратегий в ГП.

Сделан вывод о целесообразности использования для управления такими процессами сочетания методов интегрированного моделирования и стратегического управления. Дан литературный обзор и проведен анализ использования данных методов для решения задач управления и повышения эффективности деятельности порта, а также выделены основные направления их применения: имитационное моделирование, системы поддержки принятия управленческих решений (СППУР), сбалансированная система показателей (ССП).

Проведен анализ достоинств и недостатков имитационного моделирования и ССП, оценена возможность их использования в стратегическом управлении процессами ГП. Сформулированы задачи тактического управления ресурсами ГП, качеством логистического обслуживания, затратами, рисками и пр., а также задачи стратегического управления: анализ степени реализации стратегии по ССП, прогноз развития СЭС на основе прогонов имитационной модели в различных ситуациях. Определено понятие «конфигурация ГП» как устойчивое комплексное состояние ГП, соответствующее периоду его стабильного развития и характеризующее совокупностью различных факторов: стратегией развития и соответствующей ССП, оказываемыми услугами, потребляемыми ресурсами, применяемыми технологиями, кадровым составом, организационной структурой, логистическими схемами, методами и моделями и т.д.

Показано, что несмотря на определенные успехи в этой научной области,

отсутствует комплексный методологический подход к интеграции ССП и имитационного моделирования для стратегического управления процессами транспортно-логистических систем. Это вызывает необходимость создания методологии стратегического управления процессами ГП. На основе проведенных исследований сформулирована научная проблема и соответствующие ей задачи.

Во второй главе разработана *концепция* стратегического управления ГП на основе имитационного моделирования и сбалансированной системы показателей.

В основу концепции положена *полная система взаимосвязанных принципов*, достаточная для решения не только сформулированных задач управления ГП, но и для широкого круга других СЭС, концептуальная структура конфигурации грузового порта и мультиаспектное представление области исследования. Сформулированы принципы стратегического управления и определены пути их реализации.

Структуризация и организация многоуровневой циклической системы управления ГП (П1). Реализация многоуровневой системы управления путем интеграции инструментов стратегического управления на основе ССП, тактического управления на основе детального анализа бизнес-процессов ГП и функционально-стоимостного анализа (ФСА), внедрения на оперативном уровне системы бюджетирования, а также организация цикла управления за счет интеграции и конвергенции различных видов моделей.

Мультиаспектное представление предметной области в форме репозитория моделей (П2). Разнообразие типов объектов управления и степени их детализации, закономерностей, правил и прогнозов функционирования процессов ГП, ситуаций, методов управления, которые могут быть использованы для повышения эффективности его функционирования, обуславливают необходимость систематизации этих знаний путем интеграции и конвергенции ситуационной (S), когнитивной (C), имитационной (I), процессной (P), экспертной (E) моделей на основе онтологического (O) подхода и хранения их в репозитории SCIEO-моделей.

Представление известных знаний, их хранение и аккумуляция в форме хранилища информации (П3). Источником информации, на который опирается лицо, принимающее решение (ЛПР), служат знания, обобщающие его теоретические представления (систематические знания) и опыт (эвристические знания), а также знания, полученные в результате использования SCIEO-моделей (эмпирические знания). Описание явлений, процессов или действий должно быть реализовано в виде системы знаний, организованной как информационное хранилище.

Прогнозирование процессов ГП на основе имитационной модели (П4). Имитационная модель (ИМ) занимает центральное место в комплексе SCIEO-моделей, позволяет обеспечить эффективное принятие решения в тех случаях, когда возникают новые ситуации и накопленного опыта недостаточно. Управленческие решения (УР) проверяются и апробируются на ИМ путем вычисления показателей ССП по результатам прогонов модели, после чего переходят в разряд экспертного опыта.

Тетрадное моделирование конфигурации и процесса принятия решений в ГП (П5). Тетрадная модель конфигурации и принятия решений определяется через взаимодействие четырех структур, описываемых соответственно графом целей («вертикальная» структура ССП), графом показателей («горизонтальная» структура ССП), графом УР и графом операций в грузовом порту. Каждый из этих графов описан на основе аппарата сетей Петри.

Получение и формализация качественной информации (П6). Множество показателей ССП (срок доставки, процент сохранности грузов, достоверность информации, предоставляемой клиентам, удобство обслуживания и др.) и ситуаций в ГП содержат в себе фактор нечеткости. Поэтому шестой принцип может быть реализован за счет формализации нечетких понятий с точки зрения их семантики, что обеспечит эффективную обработку качественной информации наравне с четкими количественными данными, с использованием человеко-машинного интерфейса, способного реализовывать гибкий диалог ЛПР – СППУР.

Синтез и анализ сбалансированной системы показателей (П7). На этапе синтеза структуры ССП необходимо проверять сбалансированность ССП априори. Для оценки ССП апостериори предлагается использовать систему критериев: сбалансированность, синергия и риск. В результате функционирования системы создается массив стратегических карт ГП с количественной информацией по показателям ССП, которые будут отображать конфигурацию ГП в различных ситуациях и при различных условиях его функционирования.

Сформулированные принципы стратегического управления реализуются в виде методов решения задач управления. Практическая форма воплощения

Рисунок 1 – Концептуальная структура управления ГП

концепции – принципов и методов стратегического управления – определена в виде алгоритмического и программного обеспечения СППУР.

Для реализации принципа структуризации и организации многоуровневой циклической системы управления ГП предлагается концептуальная структура управления по уровням с обоснованием процедур управления для каждого уровня (стратегический – ССП, тактический – ФСА, операционный – бюджетирование) «сверху-вниз» и «снизу-вверх» (рисунок 1, контур 0), отличающаяся двойным циклом управления. Первый контур цикла управления позволяет, предварительно сформировав ССП, оценить реализацию стратегии в определенных условиях за счет введения в контур управления репозитория мультиаспектных SCIPEO-моделей (рисунок 1, контур 1). Обратная связь первого контура позволяет сформировать комплекс УР и оценить их реализацию на SCIPEO-моделях (рисунок 1, контур 1^{0С}). Второй контур управления позволяет реализовать полученные результаты с учетом внедрения в функционирование ГП УР, выявленных в блоке принятия управленческих решений (рисунок 1, контур 2, блок 11).

Для реализации принципа мультиаспектного представления предметной области в форме репозитория моделей определено место SCIPEO-моделей в соответствии с этапами разработки УР и разработана структура типовых моделей:

- *онтологическая модель* (ОМ) в репозитории является инструментом структурирования, описания и анализа проблемной ситуации;
- *процессная модель* (ПМ) используется для анализа внутренней среды системы и описания последовательности изменения состояний системы;
- *имитационная модель* (ИМ) детализирует решения, распределяет полномочия и ресурсы путем применения методов логистического управления, а также разнообразных методик для анализа основных фондов, качества обслуживания, логистических затрат ГП и т.п.;
- *экспертная модель* (ЭМ) – нейронная сеть, обученная на базе экспертных данных, служит для определения набора целей ССП и имитирует процессы рассуждения человека;
- *когнитивная модель* (КМ) позволяет устанавливать взаимовлияния показателей на основе когнитивных карт и применяется для оценки альтернатив конфигурации ГП;
- *ситуационная модель* (СМ) предназначена для формирования УР.

Разработан теоретико-множественный аппарат формализованного описания и проведена формализация мультиаспектных моделей сложной системы в методологиях IDEF0, IDEF3, IDEF5 и SIMAN. Выявлены уникальные и неуникальные элементы SCIPEO-моделей. Представление мыслительной деятельности ЛПП в виде мультиаспектной интегрированной SCIPEO-модели является достаточно полным, т.к. позволяет смоделировать все основные предметы реального мира – объекты, связи между ними, процессы, явления и ситуации.

Для реализации принципа моделирования конфигурации и процесса принятия решений в ГП разработана *концептуальная структура конфигурации*

в виде *тетрадной модели ГП*, определяемой:

1. «Вертикальной» структурой ССП, включающей целеполагание на основе «древовидных» ациклических сетей Петри в виде графа целей ССП.
2. «Горизонтальной» структурой ССП, учитывающей взаимовлияние показателей ССП на основе «взвешенных» сетей Петри в виде графа показателей ССП.
3. Структурой управленческого реагирования на возможное отклонение от нормального уровня функционирования ГП на основе классической сети Петри в виде графа УР.
4. Структурой процессов получения информации о параметрах ГП на основе классической сети Петри в виде графа операций ГП.

«Древовидные» ациклические сети Петри целей ССП, а также «взвешенные» сети Петри логически объединены в единую сеть – раскрашенную сеть Петри. Описаны графы тетрадной модели, а также приведены функции инцидентности и начальные разметки сетей Петри каждого графа. Единство тетрадной модели конфигурации ГП основано на композиции графов тетрадной модели, образующих сложную сеть Петри. Приведена структурная схема взаимодействия графов тетрадной модели конфигурации ГП, состоящая из трех взаимодействующих блоков: операционного, ССП и управления, соответствующих уровням тетрадной модели. Приведены разрешающие условия для управления операционным блоком. Во избежание конфликтных ситуаций описаны подходы к балансировке графов модели.

На основе тетрадной модели сформулировано концептуальное решение для организации стратегического управления грузовым портом, основанное на моделировании его процессов:

1. Для представления процессов оказания услуг в грузовом порту разработана операционная модель, которая выражается графом операций, отображающим порядок выполнения операций для реализации логического управления. Граф операций представляет собой сеть Петри N_P , позиции которой сопоставлены операциям процессов ГП, а переходы – событиям «завершение-запуск» операций и помечаются логическими условиями инициирования этих событий (разрешающими условиями). Сеть Петри операций грузового порта позволяет перейти к формированию ИМ ГП.

2. Для реализации целеполагания в соответствии с заданной стратегией предложена целевая модель ССП, индикаторами которой является операционная модель. Целевая модель выражается графом целей ССП, отображающим достижение иерархии целей в следующем порядке: начальные (показатели ССП) – промежуточные (цели ССП) – итоговые (перспективы ССП). Граф целей

представляет собой ациклическую сеть Петри $N_D^{c_1}$, имеющую «восходящее» маркирование вершин. Граф целей ССП отражает «вертикальную» структуру ССП и степень достижения целей. Количество позиций графа целей ССП определяется суммой количеств показателей, целей и перспектив ССП. Граф иерархии целей ССП показал необходимость разработки метода синтеза структуры ССП.

3. Для учета причинно-следственных связей между показателями ССП

предназначена модель показателей ССП, которая выражается графом показателей ССП, отображающим связи между показателями стратегической карты ССП на основе когнитивных карт. Граф показателей представляет собой

«взвешенную» сеть Петри $N_D^{c_2}$. Граф целей ССП отражает «горизонтальную» структуру взаимозависимых показателей ССП. Количество позиций графа показателей ССП определяется количеством показателей ССП. Граф показателей ССП обусловил необходимость разработки метода анализа структуры ССП априори и показателей ССП апостериори.

4. Для построения системы управления на основе ССП реализовано объединение графов целей и показателей в полный граф на основе совмещения позиций начальных целей графа целей $N_D^{c_1}$ и позиций показателей графа показателей ССП $N_D^{c_2}$. Граф ССП представляет собой раскрашенную сеть Петри N_D , обладающую следующими свойствами: каждой дуге сопоставляется переменная, отвечающая за цвет маркера (c_1 или c_2), по которой данный переход срабатывает. По одной дуге маркеры разных цветов перемещаться не могут; каждому переходу k сопоставляется цвет маркера (c_1 или c_2); функция позиций d будет содержать данные о цвете и количестве маркеров, поставленных в конкретную позицию; дуги, входящие и исходящие из одного перехода, не могут иметь одинаковый цвет.

5. Модель принятия управленческих решений выражается графом УР, отображающим последовательность действий при анализе и оценке проблемной ситуации, а также порядок формирования, выбора и выдачи УР. Граф УР представляет собой сеть Петри N_U , позиции которой сопоставлены операциям при принятии УР и позволяют оценить поток информации для ЛПР. Граф УР на основе сети Петри обозначил необходимость разработки метода формирования УР на основе ИМ и ССП.

6. Композиция разработанных моделей графа операций ГП на основе сети Петри N_P , графа целей ССП на основе ациклической сети Петри $N_D^{c_1}$, графа показателей ССП на основе «взвешенной» сети Петри $N_D^{c_2}$ и графа УР на основе сети Петри N_U путем совмещения конечной позиции N_P и начальной позиции N_D , конечной позиции N_D и начальной позиции N_U , конечной позиции N_U и начальной позиции N_S . Композиция графов N_P , $N_D^{c_1}$, $N_D^{c_2}$, N_U определяет структурную и системную взаимосвязь компонентов системы стратегического управления на примере ГП.

7. Устранение структурных конфликтов производится путем балансировки тетрадной модели на уровне графов операций и показателей.

Полная система взаимосвязанных принципов, формализованное представление предметной области в виде комплекса мультиаспектных интегрированных SCIPEO-моделей, концептуальная структура конфигурации ГП в виде тетрадной модели и логическая организация контура стратегического управления процессами ГП в совокупности определяют методологию стратегического управления ГП (рисунок 2), важное место в которой принадлежит имитационному моделированию.

Рисунок 2 – Составляющие методологии стратегического управления ГП

Рисунок 3 – Онтологическая модель стратегического управления грузовым портом

Третья глава посвящена имитационному моделированию и разработке методики создания ИМ для широкого класса предметных областей проблемы исследования. Спецификация пространства знаний в случае стратегического управления транспортно-логистическими системами охватывает несколько взаимосвязанных предметных областей (ГП, управление, ССП, логистика, эффективность, качество и т.д.) и представлена *онтологической моделью* в двухуровневом исполнении: онтология верхнего уровня представлена функциональной моделью, разработанной в нотации IDEF0, онтология второго

уровня – множеством онтологий нижнего уровня, разработанных в нотации IDEF5. Онтологии обоих уровней описаны в теоретико-множественном представлении. В тексте диссертации приведен механизм выделения фрагмента онтологии.

На первом (верхнем) уровне онтология представлена в виде концептуальной конфайнмент-модели (ККМ) (рисунок 3, а). ККМ предназначена для выявления основных факторов, необходимых для достижения сформулированной цели. Элементы модели связаны концептуальными отношениями «Вызывает» / «Зависит от» трех типов: управление (У), вход/выход (В), механизм (М). Достижение конкурентоспособности процесса оказания услуг в ГП [W] (рисунок 3, а) осуществляется на основе сформулированной цели с применением методов повышения эффективности [W], учитывающих сформулированные принципы стратегического управления, модели и алгоритмы [W] (синтаксический уровень – внутренний круг). Базируясь на принципах функционирования и особенностях процессов в ГП [W] и учитывая выбранную стратегию ССП [W], интерпретируется ССП [W] как результат поддержки принятия решений (семантический уровень – внешний круг). Процесс мониторинга ситуаций в ГП [W] основывается на определении регламентирующих документов и ресурсных ограничениях функционирования ГП [W] и нахождении интеллектуальных ресурсов и материальных средств для реализации УР [W] (прагматический уровень – средний круг). В онтологическом плане элементы группируются в соответствии с принадлежностью к «секторам»: предскриптивному, дескриптивному и реляционному.

Онтология второго уровня представлена в виде совокупности иерархических конфайнмент-моделей (ИКМ), элементы которой связаны иерархическим родовидовым отношением «Является» (рисунок 3, б). Такая структура ОМ позволяет получить конфайнмент-модель, вариативную к предметной области.

Специфику предметной области конфайнмент-модели определяет элемент [W] ККМ (рисунок 3, а), для детализации которого построена *процессная модель* ГП, представляющая собой статическую архитектуру системы, где все имеющиеся «сквозные» процессы ГП определяются как целенаправленные последовательности операций, приводящие к заданному конечному результату. Разработаны процессные модели ГП на основании нотаций класса Work Flow (eEPC и IDEF3). Проведена параметрическая формализация ПМ ГП, отражающая совокупность множеств элементов портовой деятельности, характеристик, взаимосвязей, отношений между ними и основных ограничений модели. Деятельность ГП представлена в виде следующей модели:

$$DGP = \langle OP, RP, Zc, Gp, MF, M \rangle,$$

где OP – множество основных процессов, протекающих в ГП; RP – множество ресурсов порта, задействованных в процессах оказания услуг; Zc – множество заявок клиентов на погрузочно-разгрузочные работы; Gp – множество грузопотоков; MF – множество метеорологических факторов, влияющих на

работу порта; M – множество показателей ССП, на основе которых производится анализ эффективности конфигурации порта. Каждое из множеств, входящих в модель, представлено в виде набора элементов, связей, характеристик и совокупностей.

Модель функционирования порта послужила основой создания ИМ деятельности ГП. Описано построение моделирующего алгоритма системы, включающее в себя разработку структурной схемы процесса логистического обслуживания грузового порта (в том числе и в символике Q -схем) и детальной схемы моделирующего алгоритма (рисунок 4).

Рисунок 4 – Детальная схема моделирующего алгоритма

Осуществлен подбор параметров моделирования – определены факторы случайности системы и соответствующие им входные распределения на основе собранных эмпирических данных. Произведена проверка соответствия полученных распределений с использованием среднеквадратичной ошибки, а также критериев для проверки гипотез хи-квадрат и Колмогорова-Смирнова. Всего проделано 38 таких операций (по количеству факторов случайности системы). Для системы, отражающей деятельность грузового порта, выделены 14 факторов случайности.

Используя детальную схему моделирующего алгоритма и учитывая подобранные параметры модели (распределения вероятностей случайных чисел), построена логическая схема моделирующего алгоритма, представляющая собой логическую схему модели процесса функционирования системы.

На основе логической схемы моделирующего алгоритма построена ИМ с использованием пакета имитационного моделирования Arena на языке SIMAN. Представлено описание модели, включая характеристики выходной информации и детальное описание всех субмоделей. Осуществлена проверка построенной ИМ на адекватность реальному объекту методами верификации моделирующих компьютерных программ, методами повышения валидации и доверия к модели, а также на основе использования критерия Стьюдента. Проверка показала отклонение данных моделирования от эмпирических данных, собранных в порту, от 0 до 7,1%, что позволяет говорить об адекватности ИМ.

На основании проведенных исследований разработана *методика создания*

ИМ на основе интеграции онтологической и процессной моделей предметной области, включающая в себя основные этапы:

1. построение онтологии верхнего уровня в нотации IDEF0 и в виде ККМ (рисунок 3, а);
2. детализация каждого элемента онтологии верхнего уровня в виде ИКМ предметной области в нотации IDEF5 (рисунок 3, б);
3. выделение необходимой для исследования части онтологии с помощью механизма вывода;
4. параметрическая формализация элемента  ККМ (рисунок 3, а). Выявление показателей для анализа процессов, методов – для улучшения процессов и т.д.;
5. трансформация IDEF0-модели в IDEF3 процессную модель AS-IS («как есть») и выбор степени детализации модели;
6. разработка желаемой модели с перспективой процессов – SHOULD-BE («как должно быть») – идеальной конфигурации ГП, к которой следует стремиться;
7. трансформация процессной модели в концептуальную имитационную SIMAN-модель. Определение функций вероятностного распределения случайных данных и параметров ИМ;
8. разработка и отладка программной реализации ИМ, верификация модели, оценка адекватности, исследование свойств ИМ на основе анализа чувствительности и др. Стратегическое и тактическое планирование имитационного эксперимента. Составление плана эксперимента, определение условий прогона ИМ для выбранного плана, сбор статистики работы модели в предложенной ситуации;
9. построение реальной модели желаемого состояния процессов (конфигурации) грузового порта ТО-ВЕ («как будет»).

Показана результативность использования имитационного моделирования ГП на примере задач анализа основных фондов (ОФ), качества логистического обслуживания (КЛО) и ФСА затрат ГП. Построены имитационные модели задач анализа, отличительной особенностью которых является возможность оценивать ОФ, КЛО и ФСА ГП на основе предложенных систем показателей. Выявлены факторы, влияющие на ОФ, КЛО и затраты ГП (таблица 1).

Таблица 1 – Результативность имитационного моделирования при решении задач анализа ОФ, КЛО и ФСА затрат ГП

И М	Влияющие факторы	Результативность	Интегральный показатель

О Ф	Интенсивность прихода импортных и экспортных судов.	Снижение удельного веса машин и оборудования в стоимости промышленно-производственных ОФ на 7,9%, увеличение полного использования наличного фонда на 0,6%, снижение полноты использования действующего оборудования на 4,9%, снижение средней стоимости единицы оборудования на 0,1%, повышение производительности действующего оборудования на 45%.	Увеличение показателя фондоотдачи с 1 р. стоимости ОФ на 35%, стоимости машин и оборудования – на 23%
КЛ О	Количество кранов (Φ_1); количество погрузчиков (Φ_2); количество причалов (Φ_3); площадь складского комплекса ГП (Φ_4); интенсивность поступления заявок (Φ_5); норма выгрузки/погрузки грузов (Φ_6).	Увеличение значений показателей: «Сохранность груза» – на 1,7%, «Качество погрузки» – на 2,5%, «Репутация предприятия» – на 3,3% «Безотказность погрузки» – на 10,2%, сокращение значения показателя «Время погрузки» в среднем на 16,1%.	Увеличение на 36%
ФС А зат рат	Количество рабочих; количество погрузчиков; ремонт крана; ремонт погрузчика; интенсивность прихода судов.	Снижение затрат на электроэнергию на 25% и на амортизацию – на 5 %, увеличение затрат на топливо на 10%, увеличение фонда оплаты труда на 20%, увеличение количества обслуженных судов на 10%, сокращение времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ на 9,3%.	Снижение удельного веса текущих затрат на 10%

Проведены серии экспериментов с имитационными моделями, позволяющие выявить эффекты от влияния факторов и их взаимодействия на ОФ, КЛО и ФСА затрат ГП. Результаты вычислений представлены в виде поверхности отклика или диаграмм взаимодействий факторов. Лучи диаграммы влияния взаимодействия трех факторов на показатель КЛО «Репутация предприятия» представляют собой комбинации взаимодействия трех факторов (рисунок 5). Пунктирной линией обозначено нулевое значение эффекта взаимодействия.

Проанализированы результаты расчетов главных эффектов и эффектов взаимодействия. Усовершенствованы методы анализа ОФ, КЛО и ФСА затрат ГП, отличающиеся использованием метода цепных подстановок, дифференциального метода оценки КЛО, ФСА затрат и имитационного моделирования, которые позволили определить результативность и интегральные показатели анализа ОФ, КЛО и ФСА затрат ГП (таблица 1). Предложена обобщенная структура ИМ ГП.

Методы исследования ГП на ИМ характеризуются множеством показателей, поэтому далее подробно рассмотрим особенности синтеза и анализа ССП.

В четвертой главе описана задача

Рисунок 5 – Значения
взаимодействия трех факторов для
показателя КЛО «Репутация
предприятия»

формирования ССП посредством структурно-функционального анализа, проектирования и синтеза структуры ССП. ССП представлена в виде теоретико-множественной модели:

$$BSC = \langle SWOT, St, Pr, X, M, Y, Kr \rangle,$$

где $SWOT$ – матрица SWOT-анализа компании; St – множество стратегий развития предприятия, $St = (st_1, st_2, \dots, st_{nst})$; Pr – множество перспектив ССП, $Pr = (pr_1, pr_2, \dots, pr_{npr})$; X – множество стратегических целей ССП, $X = (x_1, x_2, \dots, x_{nx})$; M – множество показателей ССП, $M = (m_1, m_2, \dots, m_{nm})$; Y – множество УР в виде мероприятий, проектов, программ, инициатив, которые реализуются для достижения стратегических целей, $Y = (y_1, y_2, \dots, y_{ny})$; Kr – множество критериев оценки ССП, $Kr = (kr_1, kr_2, \dots, kr_{nkr})$. Каждое из множеств, входящих в модель, представлено в виде набора элементов, связей, характеристик и их совокупностей и отображено в виде структурно-функциональной модели ССП.

Разработаны информационные тезаурусы основных составляющих ССП – целей и показателей. Приведена система критериев для отбора показателей в базу данных СППУР. Разработана шкала для нормирования целей и показателей. Предложены подходы сопоставления и определения приоритетности УР путем заполнения матриц противоречий и соответствия показателей и УР.

Предложен и описан *метод синтеза вариантов* структуры ССП, инвариантный к предметной области, реализованный на основе искусственной нейронной сети (ИНС) Кохонена, метод воплощен в алгоритме (рисунок 6). Проверка адекватности разработанного алгоритма синтеза структуры ССП на основе ИНС Кохонена проводилась путем сравнения стратегических карт ССП, разработанных группой экспертов и полученных при помощи представленного алгоритма. В 83% множество показателей ССП, составляющих стратегическую карту для определенной стратегии ССП, совпали с оценками экспертов множества показателей для соответствующей стратегии.

Описан подход к априорному анализу структуры ССП, включающий проверки сбалансированности со стратегией, прозрачности, причинно-следственных связей между перспективами по всей вертикали целей, вертикальные проверки общего количества целей ССП и по типам показателей, горизонтальные проверки количества и типов показателей по перспективам.

Анализ ССП апостериори производится после проектирования структуры ССП на основе значений показателей, полученных от объекта управления или его ИМ. Цель этой оценки – сравнение деятельности ГП по ССП в различных ситуациях. Апостериорный анализ ССП является инструментом оценки конфигурации ГП. Для ранжирования различных реализаций конфигурации ГП сформулирована и формализована система трех критериев анализа ССП апостериори: сбалансированность оценок показателей ССП, риск недостижения плановых значений показателей ССП и синергия.

С помощью экспертного опроса выявлены интервалы и оценки значения дисперсии и составлена таблица согласования для критериев «сбалансированность» и «риск». Для оценки критерия «синергия» разработана *когнитивная модель* показателей ССП ГП. Построена когнитивная карта показателей ССП для ГП с указанием степени взаимовлияния показателей ССП. Элементы вектора критериев анализа ССП апостериори характеризуют заданную реализацию ССП. Описанные априорный и апостериорный подходы к анализу ССП в совокупности определяют *метод анализа ССП*.

Синтез структуры ССП, ее анализ априори и апостериори по результатам прогонов ИМ позволяет оценить ССП в заданной ситуации и перейти к формированию УР.

Пятая глава посвящена проблеме формирования и выбора вариантов УР, включающей определение проблемной ситуации на набору показателей ССП и наличия или отсутствия сходных ей ситуаций в множестве типовых ситуаций. При наличии таких ситуаций выявляются соответствующие им альтернативы УР, при отсутствии – запускаются процедуры формирования информационного обеспечения УР.

Процесс формирования УР начинается с *блока предварительной обработки (БПО)*, в котором осуществляется загрузка значений показателей стратегической карты $M^{СК}$ из результатов прогонов ИМ (рисунок 7) и происходит формирование

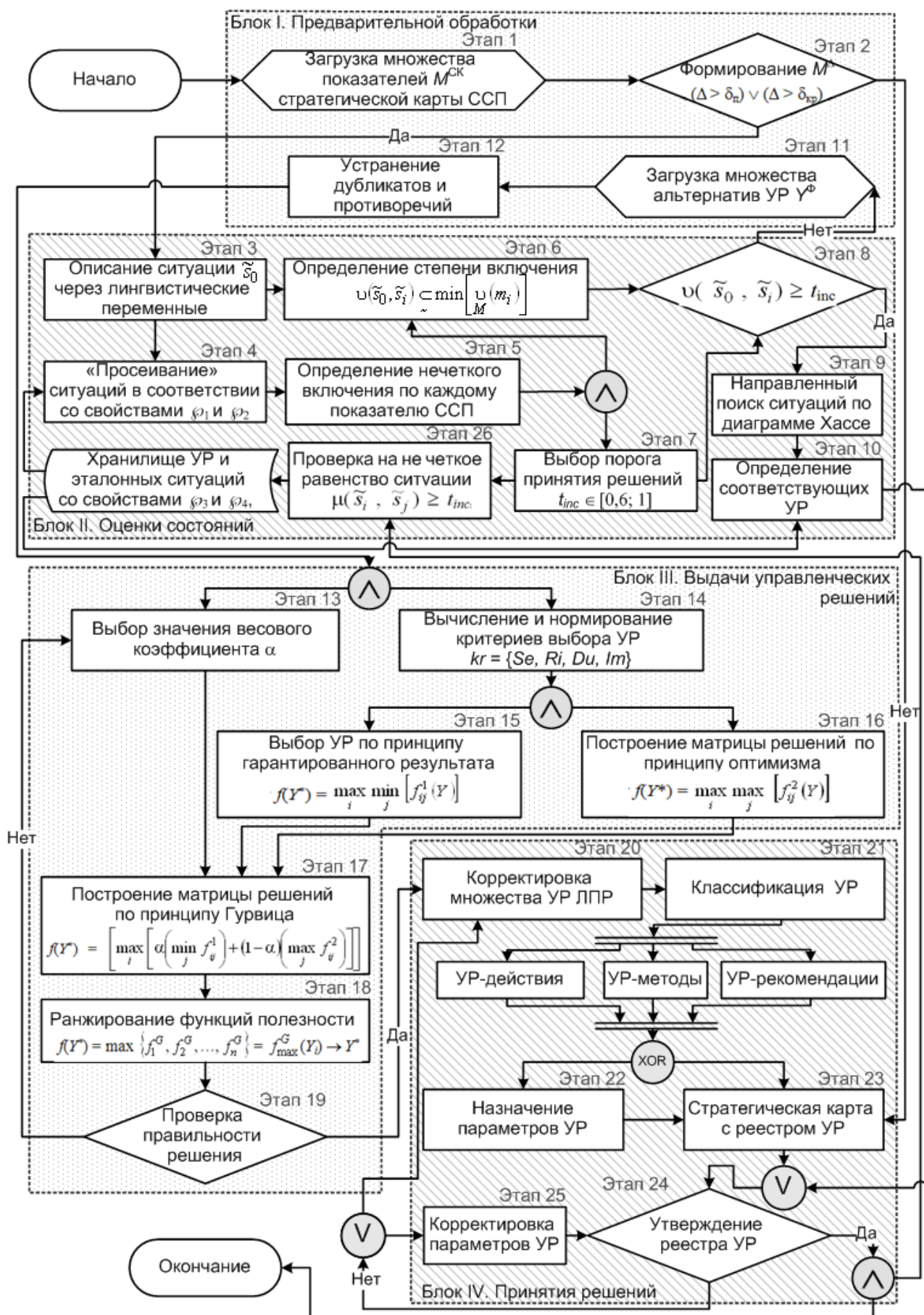


Рисунок 7 – Алгоритм формирования и выбора УР

множества существенных показателей M^Δ , значение Δ которых превышает некоторое пороговое значение $\delta_{\text{п}}$ (15%) или критическое значение $\delta_{\text{кр}}$ (30%). Множество существенных показателей M^Δ характеризуют проблемную ситуацию $\tilde{s}_0$ ГП и передается для формирования стратегической карты. Для продолжения процесса формирования и выбора УР осуществляется переход в блок оценки состояний (БОС), работа которого построена на ситуационной модели. Описание проблемной ситуации $\tilde{s}_0$, M^Δ которой характеризуется значениями лингвистической переменной $T_i = \{T_1^i, T_2^i, \dots, T_j^i\}$, осуществляется как нечеткое множество второго уровня $\tilde{s} = \{ \langle \mu_s(m_i) / m_i \rangle \}$, $m_i \in M$, где $\mu_s(m_i)$ – функция принадлежности, $\mu_s(m_i) = \{ \mu_{\mu_s(m_i)}(T_j^i) / T_j^i \}$, $j \in L, i \in J$.

«Просеивание» ситуаций хранилища УР и эталонных (типовых) ситуаций (ХРС) осуществляется в соответствии со свойствами:

$$\begin{aligned} \wp_1 : & \\ & ; \\ \wp_2 : \text{Card} &= \{0, 1\} \text{ и } \text{Card} = \{0, 1\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где M^{s_0} – множество показателей проблемной ситуации $\tilde{s}_0$ и $M_1^{s_0} \subset M^{s_0}$, $\overline{M}_1^{s_0}$ дополнение $M_1^{s_0}$ по отношению к M^{s_0} , $\text{Card } M^{s_0}$ – число элементов в M^{s_0} . Свойства $\wp_1$ и $\wp_2$ обеспечивают отбор из ХРС множества типовых ситуаций $\tilde{s}_i$ с наборами существенных показателей, наиболее близкими к проблемной ситуации $\tilde{s}_0$ по наименованию и количеству существенных показателей.

Множество типовых ситуаций в ХРС не содержит плохо определенных ситуаций и повторяющихся ситуаций, т.е. обладает свойствами $\wp_3$ и $\wp_4$:

$$\begin{aligned} \wp_3 : & \\ \wp_4 : & . \end{aligned} \quad (2)$$

Определение нечеткого включения (степени близости) ситуации $\tilde{s}_0$ в множество типовых ситуаций $\tilde{s}_i$ для каждой ситуации $\tilde{s}_i$ осуществляется по каждому показателю ССП m_i :

$$u(m_i) = u(\mu_{s_0}(m), \mu_{s_i}(m)) = \bigwedge_{m \in M} u(\mu_{s_0}(m) \rightarrow \mu_{s_i}(m)) = \min_m \left[\max_{\beta \in T} (1 - \beta_{0i}(t_k), \beta_{0i}(t_k)) \right],$$

где $B(T) = \{\beta_1(t_1), \beta_2(t_2), \dots, \beta_m(t_m)\}$ – множество $t \in T$.

Определение $u(\tilde{s}_0, \tilde{s}_i) \subset \min \left[u(m_i) \right]$ производится для каждой ситуации из

множества $\tilde{S}_i$. Одновременно ЛПР определяется со значением $t_{inc} \in [0,6; 1]$ для обеспечения необходимой достоверности решений при управлении. Выявление множества типовых ситуаций $\tilde{S}_i$, сходных с проблемной ситуацией $\tilde{s}_0$, осуществляется по правилу: $u(\tilde{s}_0, \tilde{s}_i) \geq t_{inc}$. Если сходные типовые ситуации обнаружены в ХРС, то организуются иерархии на множестве $\tilde{S}_i$ и строится диаграмма Хассе для осуществления направленного поиска ситуации $\tilde{s}_i$, наиболее сходной с проблемной ситуацией $\tilde{s}_0$. Из ХРС для найденной наиболее сходной ситуации выдается реестр соответствующих ей альтернатив УР. Реестр альтернатив УР, найденных по решающей таблице из ХРС для наиболее сходной входной нечеткой ситуации, передается в блок *принятия решений* (БПР) для утверждения и корректировки (рисунок 7).

Если проблемная ситуация не ассоциируется с типовыми ситуациями ХРС, инициализируется БПО и запускаются алгоритмы дальнейшей предварительной обработки и выдачи (формирования) УР для проблемной ситуации $\tilde{s}_0$. Формирование множества УР (влияющих факторов) Y^Φ , приводящих к изменению исходного состояния конфигурации ГП IC_b , происходит в соответствии с матрицей противоречий УР по множеству существенных показателей M^Δ . В результате формируется множество УР Y^Φ , устранение дубликатов и противоречий, в котором осуществляется в соответствии с матрицей противоречий.

В блоке *выдачи управленческих решений* (БВУР) ЛПР выбирает значения весового коэффициента α , определяющего различные принципы выбора альтернатив УР. Одновременно происходит вычисление и нормирование критериев выбора УР: чувствительность (Se) показателя m_i к УР y_i ; риск (Ri); частота появления (Fr) УР; значимость УР (Im). Элементы вектора критериев для выбора УР $kr = \{Se, Ri, Du, Im\}$ характеризуют заданное УР из множества альтернатив УР $Y^\Phi = \langle Se, Ri, Du, Im \rangle$.

В БВУР формируются матрицы решений по принципам гарантированного результата и оптимизма. Матрица решений формируется по принципу Гурвица и осуществляется ранжирование среди вычисленных по второй части решающего правила Гурвица $\alpha(\min f_{ij}^1) + (1 - \alpha)(\max f_{ij}^2) = f^G(Y_i)$ значений

$\{f_1^G, f_2^G, \dots, f_n^G\}$ функции полезности по решающему правилу $f(Y^*) = \max \{f_1^G, f_2^G, \dots, f_n^G\} = f_{\max}^G(Y_i) \rightarrow Y^*$. Проверка правильности полученного решения осуществляется путем выбора различных значений

параметра α и построения итоговой таблицы. Если решение не удовлетворяет условиям, то управление возвращается к этапу выбора значения весового коэффициента α (рисунок 7).

Функционирование *БПР* начинается с корректировки ЛПР состава множества альтернатив УР путем удаления/добавления УР в сформированное множество альтернатив. Полученное множество УР подвергается процедуре классификации на УР-действия, УР-методы, УР-рекомендации с целью выявления УР, требующих параметризации, которая не выполняется для УР-рекомендаций. Далее происходит формирование стратегической карты с реестром УР, а также утверждение ЛПР реестра альтернатив УР с параметрами и, в случае необходимости, корректировка параметров УР по усмотрению ЛПР.

В заключении осуществляется проверка новой проблемной ситуации на нечеткое равенство $\mu(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) = v(\tilde{s}_i, \tilde{s}_j) \wedge v(\tilde{s}_j, \tilde{s}_i)$ и пополнение ХРС информацией о новой нечеткой ситуации и соответствующих ей альтернативах УР.

Реализован укрупненный алгоритм метода формирования альтернатив УР (рисунок 7). Формализован метод принятия управленческих решений по полученным в результате прогонов ИМ значениям показателей ССП, сочетающий принципы принятия решений в нечетких представлениях (оценка

Рисунок 8 – Концептуальная структура СППУР ГП

проблемной ситуации) и в структурированных проблемных ситуациях (выдача УР), что позволяет перейти к реализации этой процедуры в виде СППУР.

В шестой главе определена архитектура СППУР в разрезе концепции стратегического управления ГП на основе интеграции и конвергенции мультиаспектных SCIPЕО-моделей предметной области. Определены основные компоненты, лица, работающие с системой, а также их основные действия в СППУР ГП (рисунок 8). Представлен алгоритм интеграции разработанных моделей и методов для реализации стратегического управления (рисунок 9). Предложена структура программного комплекса в разрезе методологии стратегического управления ГП, определены и описаны семантические зоны, выделенные в структуре программного комплекса.

Рисунок 9 – Алгоритм интеграции разработанных моделей и методов для реализации стратегического управления

Проведен анализ эффективности методологической составляющей концепции стратегического управления на примере 15 проблемных ситуаций в ГП. Система управления ГП оценивалась интегральным критерием эффективности с «точечной» (цель и реальное положение ГП рассматриваются как точки совокупности параметрических координат, удаленность друг от друга которых дает представление о статическом характере достижения цели) и «траекторной» (позапное «перемещение» конфигурации ГП из исходного положения в конечное сопоставляется с рядом промежуточных целей; траектория «движения» конфигурации дает представление о динамическом характере достижения цели) позиций.

Таблица 2 – Профиль эффективности ССП

В качестве критериев эффективности выбраны цели ССП. В ходе имитационного моделирования происходит трехуровневая лингвистическая классификация показателей ССП: «Плохо», «Удовлетворительно», «Отлично». Для того, чтобы провести трехуровневую лингвистическую оценку целей ССП, предложено использовать логическую матрицу на два входа. Оценки эффективности представлены в виде профиля эффективности ССП (таблица 2) и многоугольника критериев эффективности ССП (рисунок 10). Пунктирная линия показывает характеристики целей до принятия УР, сплошной линией обозначены характеристики целей после принятия УР.

Рисунок 10 –
Многоугольник критериев
эффективности ССП

Интегральный критерий оценки эффективности, рассчитанный до принятия УР, показал, что система управления достигла своих целей в среднем на 67,6% (или не достигла в среднем на 32,3%), а после принятия УР система управления ГП достигла своих целей в среднем на 93,9% (или не достигла в среднем на 6,1%). Сравнение разницы между состояниями ГП до и после принятия УР показало увеличение системой управления степени достижения целей в среднем на 26,3%.

Обоснована необходимость учитывать не только эффективность в процессе управления, но и риск недостижения целей. Оценка риска недостижения целей

проведена на основе логико-вероятностного (ЛВ) подхода. В рамках ЛВ-подхода развитие ГП рассмотрено как процесс управления конфигурацией ГП с движением из начального состояния IC_b к заданному конечному IC_{end} по выбранной траектории $IC_b - IC_{end}$ и коррекцией состояния ГП в случае отклонения от нее в рамках внутриконфигурационного цикла (IC -цикла). Риск недостижения целей ССП ГП после принятия УР в среднем составил 24% (рисунок 11). Это означает, что траектория $IC_b - IC_{end}$ после реализации УР на ИМ ГП позволила уменьшить риск недостижения целей ССП ГП в среднем на 76%.

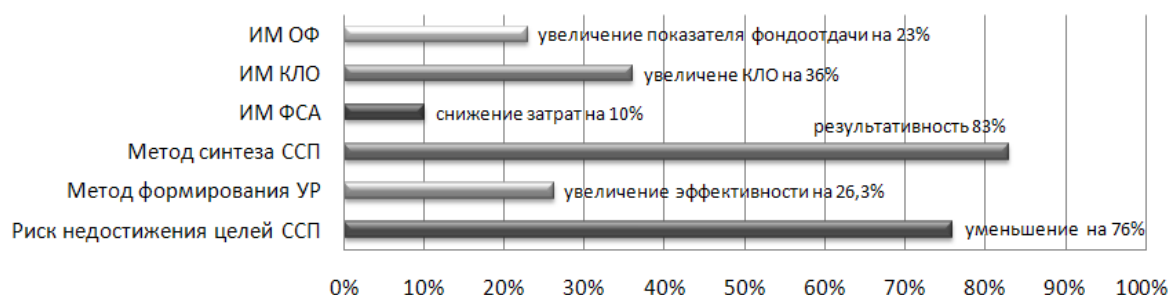


Рисунок 11 – Результативность предложенных методов и моделей

Приведена результативность методики создания ИМ и методов синтеза структуры и анализа ССП, формирования УР (рисунок 11). Полученные результаты подтверждают практическую значимость и целесообразность внедрения результатов данного научного исследования.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

Общим результатом работы является научно обоснованное решение проблемы создания теоретических основ стратегического управления и моделирования процессов грузового порта как социально-экономической системы. При решении данной проблемы получены следующие основные результаты:

1. Проведен системный анализ грузового порта и впервые поставлена задача создания системы стратегического управления грузовым портом, как социально-экономической системы.
2. Разработана методология управления грузовым портом, которая включает:
 - полную систему принципов, достаточных для решения задач стратегического управления в области транспортно-логистических систем;
 - тетрадную модель конфигурации сложных систем на основе сетей Петри, объединяющую взаимодействие графов целей, показателей, управленческих решений и операций в грузовом порту;
 - метод синтеза структуры сбалансированной системы показателей на основе искусственных нейронных сетей;
 - метод анализа сбалансированной системы показателей априори (на этапе разработки ее структуры) и апостериори (мониторингом выполнения поставленных целей на основе данных имитационного моделирования или корпоративной информационной системы) на основе когнитивной модели грузового порта;
 - метод формирования управленческих решений в условиях полной или

частичной определенности, новой или повторяющейся проблемной ситуации;

- алгоритм интеграции разработанных моделей и методов для реализации стратегического управления;

- логико-вероятностную модель рисков недостижения целей ССП.

3. Разработана имитационная модель грузового порта, основанная на двухуровневой онтологической и процессной моделях проблемы исследования, адекватность которой подтверждена значениями критерия Стьюдента с уровнем значимости от 2 до 10 % для различных показателей и отклонением данных, полученных при моделировании, от эмпирических данных, собранных в порту, от 0 до 7,1%.

4. Результаты исследования подтверждаются следующим:

- эксперименты с имитационной моделью грузового порта на примере решения задач анализа основных фондов, качества логистического обслуживания и функционально-стоимостного анализа затрат грузового порта привели к увеличению показателей фондоотдачи с 1 р. стоимости основных фондов на 35% и фондоотдачи с 1 р. стоимости машин и оборудования – на 23%, увеличению интегрального показателя качества логистического обслуживания грузового порта на 36%, снижению коэффициента текущих затрат на 10%;

- 83% множества показателей сбалансированной системы показателей, составляющих стратегическую карту для определенной стратегии и полученных методом синтеза структуры сбалансированной системы показателей, совпали с оценками экспертов множества показателей для соответствующей стратегии;

- риск недостижения целей сбалансированной системы показателей уменьшился в среднем на 76% и составил в среднем 24% после реализации рекомендованных управленческих решений на имитационной модели грузового порта;

- интегральный критерий эффективности после использования системы поддержки принятия управленческих решений в среднем увеличился в среднем на 26,3% и составил в среднем 93,9%.

5. Разработана структура системы поддержки принятия управленческих решений, имеющая универсальное назначение и позволяющая в зависимости от загружаемого контента и организации взаимодействия модулей решать широкий спектр задач управления сложными социально-экономическими системами. Оригинальность разработанной системы поддержки принятия управленческих решений подтверждена 9 свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

6. Результаты работы внедрены в виде: системы синтеза структуры сбалансированной системы показателей на основе искусственных нейронных сетей – в деятельность Министерства промышленности, транспорта и природных ресурсов Астраханской области; комплекса имитационных моделей грузового порта, позволяющего применить методы анализа основных фондов грузового порта, качества логистического обслуживания, затрат, а также для управления ресурсами, рисками, логистическими и ремонтными процессами грузового порта – в деятельность ЗАО «Морской торговый порт ОЛЯ» (г. Астрахань), ООО «Электротехническая компания» (г. Астрахань); аналитической системы поддержки управленческих решений в грузовом порту на основе сбалансированной системы показателей – в деятельность ОАО «Мурманский

морской рыбный порт» (г. Мурманск), ЗАО «Астраханский морской порт» (г. Астрахань); учебного варианта программного обеспечения для подготовки научных и инженерных кадров – в ФГБОУ ВПО «АГТУ» (г. Астрахань), ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет сервиса» (г. Тольятти), ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Саратов).

Монографии автора стали лауреатами Всероссийского конкурса на лучшую научную книгу в 2008 и 2011 годах. Содержание работы отражено в следующих публикациях автора по теме диссертации (всего 82 работы):

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Статьи в журналах, периодических изданиях, включенных в список ВАК РФ:

1. Ханова, А. А. Концептуальная структура системы управления предприятием на основе интегрированных моделей / А. А. Ханова // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия: Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2012. – № 3(150). – С. 99-105.
2. Ханова, А. А. Структурно-функциональная модель сбалансированной системы показателей для принятия управленческих решений / А. А. Ханова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1. – С. 200-208.
3. Ганюков, В. Ю. Интеллектуальная система управления цепями поставок логистического предприятия на основе дискретно-событийной, агентной и системно-динамической имитационных моделей / В. Ю. Ганюков, А. А. Ханова, Н. В. Сульдина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 2. – С. 143-149.
4. Ханова, А. А. Совершенствование метода анализа основных фондов предприятия на основе имитационного моделирования / А. А. Ханова, Н. П. Ганюкова // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – № 6. – С. 5-10.
5. Ханова, А. А. Алгоритм формирования и оценки реализации сбалансированной системы показателей предприятия / А. А. Ханова, О. В. Шубина // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2011. – №2(160). – С. 145-148.
6. Ханова, А. А. Концепция системы интеллектуального управления стратегически-ориентированным предприятием / А. А. Ханова // Экономика, статистика, информатика. Вестник УМО. – 2011. – №1 – С. 187-193.
7. Ханова, А. А. Формирование сбалансированной системы показателей предприятия на основе искусственных нейронных сетей (на примере грузового порта) / А. А. Ханова, О. В. Шубина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 1. – С. 187-194.
8. Ханова, А. А. Управление затратами грузового порта на основе функционально-стоимостного анализа / А. А. Ханова, А. С. Пономарева //

Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2011. – №3(161). – С. 116-119.

9. Ханова, А. А. Организация принятия решений в виде цикла управления эффективностью организации / А. А. Ханова, А. С. Пономарева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 2. – С. 171-177.

10. Ганюкова, Н. П. Процессное управление системами корпоративного типа / Н. П. Ганюкова, А. А. Ханова // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – № 3(57) Вып. 1. – С. 235-241.

11. Ханова, А. А. Синергетический эффект управления организацией на основе сбалансированной системы показателей / А. А. Ханова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2010. – №4(12). – С. 36-40.

12. Ханова, А. А. Параметрический анализ качества логистического обслуживания в грузовом порту / А. А. Ханова, О. В. Григорьев, И. О. Бондарева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – № 2. – С. 61-68.

13. Проталинский, О. М. Имитационная модель технологических процессов грузового порта / О. М. Проталинский, А. А. Ханова, И. О. Бондарева // Вестник Саратовского государственного технического университета – 2010. – № 4(50) Вып. 2. – С. 134-144.

14. Ханова, А. А. Сценарный подход к анализу качества логистического обслуживания предприятия с использованием имитационной модели (на примере грузового порта) / А. А. Ханова, И. О. Бондарева // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия: Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2010. – № 5(108). – С. 122-130.

15. Ханова, А. А. Оценка качества логистического обслуживания грузового порта с использованием имитационного моделирования / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Датчики и системы. – 2009. – № 5. – С. 11-15.

16. Ханова, А. А. Имитационное моделирование как способ создания системы поддержки принятия управленческих решений на основе оценки качества логистического обслуживания грузового порта / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2009. – № 2. – С. 111-114.

17. Ханова, А. А. Формирование семантической модели знаний грузового порта с помощью предметной онтологии / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2009. – № 3. – С. 92-96.

18. Ханова, А. А. Оценка эффективности деятельности организации на основе сбалансированной системы показателей и имитационного моделирования (на примере грузового порта) / А. А. Ханова, И. О. Григорьева, Е. С. Потапова // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия: Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2009. – № 6(91). – С.

119-126.

19. Ханова, А. А. Имитационное моделирование предметной области студентами экономических специальностей / А. А. Ханова, А. А. Семейкина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 1. – С. 182-187.

20. Проталинский, О. М. Концепция интеллектуального управления технологическими процессами грузового порта на основе имитационных моделей / О. М. Проталинский, А. А. Ханова // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2007. – № 1. – С. 46-49.

Монографии:

21. Ханова, А. А. Анализ логистических процессов грузовых портов на основе технологии имитационного моделирования: монография / А. А. Ханова, И. О. Григорьева. – Астрахань : Издательство «ЦНТЭП», 2008. – 200 с.

22. Бондарева, И. О. Управление качеством логистического обслуживания грузового порта на основе имитационного моделирования: монография / И. О. Бондарева, А. А. Ханова. – Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011. – 188 с.

Публикации в межвузовских научных сборниках, сборниках трудов международных научных конференций:

23. Ханова, А. А. Грузовой порт как социально-экономическая, организационная система / А. А. Ханова // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов VI Международная научно-практической конференции / под общ. Ред. С. С. Чернова. – Новосибирск : Изд-во «СИБПРИНТ», 2012. – С. 146-152.

24. Ханова, А. А. Мультиаспектное моделирование сложных систем / А. А. Ханова, // Сб. трудов XXV Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-25»: в 10 т. Т. 5 Секция 9/ под общ. Ред. А. А. Большакова. – Волгоград : Волгогр. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 124-125.

25. Ханова, А. А. Метод инженерии сбалансированной системы показателей на основе сети Кохонена / А. А. Ханова // Компьютерные науки и информационные технологии : Материалы междунар. науч. конф. – Саратов : Издат. Центр «Наука», 2012 – с. 332-335.

26. Ханова, А. А. Модель сбалансированной системы показателей на основе раскрашенных сетей Петри / А. А. Ханова // Информационные технологии в науке, экономике и образовании: материалы Всероссийской научно-практической конференции 8–9 октября 2012 года / под ред. О. Б. Кудряшовой; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2012 – С. 63-66.

27. Ханова, А. А. Функциональная структура системы стратегического управления предприятием на основе сбалансированной системы показателей / А. А. Ханова // Высокие технологии, образование, промышленность. Т. 2: сборник статей Одиннадцатой международной научно-практической конференции "Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности", 27-29 апреля 2011 года, Санкт-Петербург, Россия / под

ред. А. П. Кудинова. – СПб. : Изд-во Политехн. Ун-та, 2011. – С. 42-43.

28. Ханова, А. А. Метод измерения и экономической оценки эффективности функционирования грузовых портов на основе имитационной модели / А. А. Ханова // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные задачи математического моделирования и информационных технологий» (г. Сочи, 22-27 мая 2010 г.). – Сочи, 2010. – С. 161-163.

29. Ханова, А. А. Эффективность принятия управленческих решений на основе использования системы поддержки принятия управленческих решений в логистике грузового порта / А. А. Ханова, И. О. Бондарева // Материалы международной научно-практ. конф. «Суперкомпьютеры: Вычислительные и информационные технологии», Хабаровск, 30 июня – 2 июля 2010 г. / под научн. Ред. А. И. Мазура. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – С. 306-315.

30. Ханова, А. А. Повышение эффективности деятельности грузового порта на основе имитационного моделирования / А. А. Ханова // Материалы III Международной научной конференции «Региональная специфика развития бизнеса и экономики» (г. Астрахань, 20-21 апреля 2010 г.). – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – С. 242-247.

31. Ханова, А. А. Анализ и оценка состояния грузового порта на основе сбалансированной системы показателей / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Сб. трудов XXII Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-22» в 10 т. Т.7 Секции 8 / под общ. ред. В. С. Балакирева. – Псков : Изд-во Псков. Гос. Политехн. Ин-та, 2009. – С. 59-62.

32. Ханова, А. А. Структура системы поддержки принятия решения управления грузовым портом / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Инновационные технологии в науке, экономике и образовании: материалы Всероссийской научной конференции 16-17 апреля 2009. в 2-х ч.; ч. 2/ под ред. О. Б. Кудряшовой; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2009. – С. 139-141.

33. Ханова, А. А. Интеграция технологии имитационного моделирования с методами экономического и управленческого анализа / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Материалы докладов Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии обучения в высшей школе» в 2-х ч.; ч. 2 / Под общей редакцией М. И. Берулавы. – Сочи : Издательство Черноморской гуманитарной академии, 2009. – С. 111-117.

34. Ханова, А. А. Онтологический инжиниринг логистической деятельности грузового порта / А. А. Ханова, И. О. Григорьева // Материалы межрегион. научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и научной деятельности», Хабаровск, 21-23 сентября 2009 г. / под научн. Ред. А. И. Мазура. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009. – С. 344-352.

35. Ханова, А. А. Технология оценки рисков функционирования грузовых портов на основе имитационного моделирования / А. А. Ханова, С. Б. Горяева // Сборник трудов первой международной научно-технической

конференции «Компьютерные науки и технологии» Ч.1. – Белгород : ГиК, 2009. – С. 268-272.

36. Ханова, А. А. Системный анализ состояния грузового порта на основе методологии поверхности отклика / А. А. Ханова, И. О. Григорьева, Т. Л. Малец // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 2. – С.22-29.

37. Ханова, А. А. Информационная система анализа логистических затрат грузового порта на основе имитационного моделирования / А. А. Ханова // Сб. трудов XXI междунар. Науч конф. «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-21» в 10 т. Т.8 Секции 8 / под общ. Ред. В. С. Балакирева. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2008. – С 151-152.

38. Ханова, А. А. Построение имитационной модели оперативно-диспетчерского управления технологическими процессами грузового порта / А. А. Ханова // Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2007»: материалы Всероссийской научной конференции 18-20 апреля 2007: в 2 ч./ сост. И. Ю. Петрова – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – Ч. 2. – С. 199-202.

39. Ханова, А. А. Применение имитационного моделирования и сценарного подхода в целях эффективного функционирования грузового порта / А. А. Ханова // Компьютерное моделирование 2006: Труды Международ. научн.-тех. конф. – СПб. : Изд-во Политехн. Ун-та, 2006. – С. 107-111.

40. Ханова, А. А. Управление морским портом на основе технологии знаний / А. А. Ханова // Сб. материалов международ. научн.-практич. конф. «Электронный университет как условие устойчивого развития региона». – Астрахань, АФ МЭСИ, 2005. – С. 291-294.

41. Проталинский, О. М. Задача оптимального управления функционированием морским портом / О. М. Проталинский, А. А. Ханова // Сб. трудов XVIII международ. научн. конф «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-18» в 10 т. Т.2 Секция 2 / под общ. ред. В. С. Балакирева. – Казань : Изд-во Казанского гос. Технол. Ун-та, 2005. – С. 72-74.

Свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ:

42. Компьютерная система оценки качества логистического обслуживания грузового порта на основе имитационного моделирования [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, И. О. Григорьева. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2008. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2008611883 ; заявка № 2008610791 от 28.02.2008 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 16.04.2008.

43. Компьютерная система поиска оптимального набора ресурсов терминала по перевалке нефтепродуктов на основе имитационного моделирования [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, А. Н. Лобанова. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2008. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2008611884 ; заявка № 2008610790 от 28.02.2008 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 16.04.2008.

44. Компьютерная система анализа логистической системы предприятия на основе имитационного моделирования [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, О. А. Селезнева. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2008. – Свидетельство ГР

прогр. для ЭВМ № 2008614757 ; заявка № 2008613843 от 18.08.2008 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 03.10.2008.

45. Компьютерная система анализа эффективности использования основных фондов грузового порта на основе имитационной модели [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, Т. Л. Малец. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2008. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2008614759 ; заявка № 2008613845 от 18.08.2008 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 03.10.2008.

46. Информационная система оценки рисков в грузовом порту на основе имитационной модели [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, С. Б. Горяева. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2009. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2009614925 ; заявка № 2009613794 от 15.07.2009 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 10.09.2009.

47. Аналитическая система поддержки управленческих решений в грузовом порту на основе BALANCED SCORECARD [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, Е. С. Потапова. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2009. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2009614926 ; заявка № 2009613795 от 15.07.2009 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 10.09.2009.

48. Информационная система управления ресурсами процесса судоремонта на основе имитационной модели [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, А. И. Лапина. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2009. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2009614927 ; заявка № 2009613796 от 15.07.2009 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 10.09.2009.

49. Интеллектуальная информационная система формирования сбалансированной системы показателей предприятия на основе нейронных сетей [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, О. В. Шубина. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2010. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2010616551 ; заявка № 2010614781 от 03.08.2010 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 01.10.2010.

50. Функционально-стоимостной анализ затрат предприятия на основе имитационного моделирования [Электронный ресурс] / А. А. Ханова, А. С. Пономарева. – Электрон. прогр. – Астрахань, 2010. – Свидетельство ГР прогр. для ЭВМ № 2010616552 ; заявка № 2010614780 от 03.08.2010 ; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 01.10.2010.

Тип. АГТУзак. №___ тир. 100 экз. Подписано в печать ___. ___. 2013