

*На правах рукописи*

**Бакалов Максим Владимирович**

**РЕСУРСООРИЕНТИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ  
СИСТЕМЫ ЮЖНОГО РЕГИОНА**

Специальность: 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические  
системы страны, ее регионов и городов, организация  
производства на транспорте

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ростов-на-Дону

2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС)

Научный руководитель Колесников Максим Владимирович  
– доктор технических наук,  
профессор кафедры «Экономика и менеджмент»  
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный  
университет путей сообщения»

Официальные оппоненты Осьминин Александр Трофимович  
– доктор технических наук, профессор,  
заместитель председателя объединенного ученого  
совета ОАО «РЖД» по вопросам научного  
развития и взаимодействия  
АО «Научно-исследовательский институт  
железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»)

Ковалев Константин Евгеньевич  
– кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Логистика и коммерческая работа» ФГБОУ ВО  
«Петербургский государственный университет  
путей сообщения Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»  
(РУТ (МИИТ))

Защита состоится «02» марта 2020 г. в 14.00 на заседании  
диссертационного совета Д 218.010.01 при ФГБОУ ВО «Ростовский  
государственный университет путей сообщения» по адресу: 344038, г. Ростов-  
на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2,  
конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО  
РГУПС по адресу: 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового  
Полка Народного Ополчения, д. 2, и на сайте <http://www.rgups.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 218.010.01  
доктор технических наук, профессор

В.А. Соломин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы** определяется несколькими важными аспектами:

- стратегическим значением транспорта Южного региона в процессах глобализации и интеграции России в систему международного товарообмена;
- отсутствием адекватного инструментария исследования и функционирования транспортного комплекса страны;
- сложившимися трендами развития транспортных систем: цифровизации и интеллектуализации процессов управления.

Особенностью транспортной системы Южного региона, включающей развитый комплекс транспортных коммуникаций (железные и автомобильные дороги, морские и речные порты и пути, трубопроводы, трассы воздушных линий и сеть аэропортов), является значительный объем экспортных перевозок. Как свидетельствуют показатели работы транспорта последних десятилетий, в организации внешнеторговых перевозок припортовая инфраструктура (подходы к портам) часто выступает ограничивающим звеном в цепях транспортировки. Около трети объема перевозок магистрального железнодорожного транспорта приходится на экспортно-импортные операции.

Объем грузовых операций портов Южного региона, приходящийся на железнодорожный транспорт, составляет порядка 50 %. Погрузка на экспорт осуществляется со станций центральных и южноуральских регионов, Поволжья и Западной Сибири, что определяет значимость транспортной инфраструктуры и ее развития для обеспечения роста национальной экономики.

В условиях ограниченности ресурсного обеспечения развития транспортной инфраструктуры и интенсивного роста грузооборота в международном сообщении, опережающего развитие мощностей пропускных и провозных способностей сети, особую актуальность приобретают вопросы методического обеспечения технологического развития транспортной системы, совершенствования управления технологическими процессами и организацией транспортного производства.

При этом следует отметить необходимость эффективного взаимодействия железнодорожного, автомобильного, речного и морского видов транспорта в сбалансированном распределении грузопотоков, снижении транспортной составляющей в цене товаров и повышении конкурентоспособности российских товаров на глобальном рынке.

**Степень разработанности проблемы.** Теоретические и методические проблемы комплексного развития транспортных систем, включая региональные, нашли отражение в трудах В.В. Багиновой, М.В. Колесникова, Н.Н. Красильниковой, П.М. Крылова, О.Н. Ларина, Б.А. Левина, В.А. Макеева, Э.А. Мамаева, В.Н. Морозова, В.А. Персианова, В. Peter, М.Б. Петрова и др.

Исследованиями комплексных транспортных проблем занимались А.П. Батурин, А.Ф. Бородин, А.В. Дмитренко, Д.В. Железнов, М. Ivaldi, В.И. Колесников, А.Г. Котенко, В.Н. Лившиц, Л.Б. Миротин, А.Т. Осьминин, А.П. Петров, А.Н. Рахмангулов, С.М. Резер, Е.А. Сотников, Е.Н. Тимухина, L. Thompson, И.Н. Шапкин, В.А. Шаров и др.

Вопросам повышения качества взаимодействия видов транспорта, разработке логистических методов посвящены работы А.С. Балалаева, D.J. Bowersox, С.Ю. Елисеева, D.J. Closs, А.Ф. Котляренко, D.M. Lambert, Д.А. Ломаша, О.Б. Маликова, В.М. Николашина, П.К. Рыбина, J.R. Stock, О.Н. Числова и др.

С вопросами развития информационно-математического обеспечения перевозок, автоматизации управления перевозочным процессом связаны труды М.А. Бутаковой, В.А. Буянова, А.Н. Гуды, И.Д. Долгого, В.Н. Иванченко, П.А. Козлова, Н.Н. Лябаха, Е.Н. Розенберга, Л.П. Тулупова, Е.М. Ульяницкого, А.Н. Шабельникова и др.

Повышению эффективности перевозок экспортных грузов на припортовых дорогах посвящены исследования В.Н. Зубкова, С.Ю. Елисеева, Е.К. Коровяковского, П.В. Куренкова, Е.В. Рязановой, Д.С. Серовой, Е.А. Чеботаревой, А.Г. Черняева и др.

Вместе с тем результаты указанных выше разработок в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов развития транспортной инфраструктуры, потенциал транспортной системы Южного региона не позволяют России в полной мере реализовать стратегические задачи национальной экономики, ее интеграцию в мировую. Высокая научно-практическая значимость этих задач для транспортной системы Южного региона России обусловила выбор темы, определение целей и задач исследования.

#### **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационного исследования является развитие методов ресурсоориентированного развития транспортной системы Южного региона, включающих методы исследования, систему организационного управления, математический инструментарий моделирования ключевых процессов и процедур принятия решений, направленных на сбалансированное обеспечение пропускных и перевозочных способностей транспортной системы Южного региона (ТСЮР).

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. Провести анализ транспортной системы Южного региона, выявить существующие проблемы и сформулировать концепцию развития, нацеленную на обеспечение доминантных трендов работы транспорта.

2. Разработать систему организационных мер и концептуальных представлений о функционировании транспорта Южного региона.

3. Развить инструментарий исследования и моделирования транспортных процессов, деятельности участников перевозочного процесса с учетом изменений в организации и управлении региональными транспортными системами.

4. Разработать совокупность технологий, обеспечивающих ресурсообеспеченное, конкурентоспособное функционирование как отдельных хозяйствующих субъектов, так и в целом ТСЮР.

5. Внедрить результаты авторских исследований в практику деятельности транспортных предприятий, в научно-практические разработки по теме исследования.

**Объектом исследования** является региональная транспортная система Южного региона, ее организация и управление инфраструктурой и перевозочным процессом.

**Предмет исследования:** теоретические и методические подходы к развитию региональной транспортной системы, включая вопросы взаимодействия предприятий различных видов транспорта и предприятий-грузовладельцев.

Диссертационная работа выполнена в следующих областях исследований, указанных в паспорте научных специальностей 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте: п. 1. Транспортные системы и сети страны, их структура, технологии работы. Оптимальная структура подвижного состава; 4. Технологии перевозок различными видами транспорта, мультимодальные перевозки; международные и транзитные перевозки; 5. Организация и технология транспортного производства. Управление транспортным производством. Оптимизация размещения транспортных предприятий и производств.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Транспортная система региона одновременно должна проявлять как свойства системы, обеспечивая сбалансированное взаимодействие разных видов транспорта в интересах национальной экономики, общую эффективность, безопасность перевозочного процесса, так и свойства сети, реализуя рыночные принципы организации рынка транспортных услуг, частные интересы хозяйствующих субъектов, заинтересованных в предоставлении и получении этих услуг.

2. Функционирование транспортной системы Южного региона, с учетом влияния на его работу объема отгрузки в адрес припортовых станций по железнодорожной сети, базируется на полигонной организации перевозочного процесса, что накладывает свои ограничения на систему управления, которая концентрируется не в рамках железных дорог, а в рамках всей логистической цепочки, и использует технологии, объединенные в рамках полигона и «сшиваемые» на его границах.

3. Транспортный полигон по своей сути должен представлять собой кластер регионального развития, объединяющий несколько субъектов Российской Федерации, обеспечивающий транспортными услугами регион и органически участвующий в создании благоприятных для ведения бизнеса и организации производства условий.

4. Транспортный полигон представляет собой технологический ценоз. Ценологический подход к формированию полигона, влияющий на его границы, состав и функции, позволяет оценить степень устойчивости функционирования и стадию сбалансированного развития полигона, обеспечивая получение синергетического эффекта от функционирования транспортного комплекса региона.

**Теоретическую и методологическую основу исследования** составили научные работы в сфере транспорта, теории систем, методов оптимизации,

теории игр, морфологического анализа, теории вероятности, математической статистики, законодательные, программные и нормативные документы в области транспортной политики РФ. Используются статистические данные работы предприятий транспорта Южного региона, зарубежный опыт развития транспортной инфраструктуры и реформирования транспортного рынка.

**Научная новизна** исследования состоит в системном объединении ключевых факторов развития транспортной системы региона, разработке совокупности взаимосвязанных подходов и методов, обеспечивающих положительный синергетический эффект от их использования.

В диссертационной работе:

- развиты теоретические основы исследований развития региональных транспортных систем в условиях недостаточности ресурсного обеспечения, заключающиеся в развитии процедур PEST-, SWOT-анализа, метода морфологического анализа возможных сценариев развития региональной транспортной системы;

- предложены методы и инструменты организации транспортной работы в региональной транспортной системе, включающие объединение системной (создание единых технологических процессов) и сетевой парадигм (использование элементов теории активных систем) организации перевозочного процесса, позволяющее рассмотреть сложный транспортный процесс в различных проекциях, представление транспортного полигона в виде ценоза, позволяющего оценить степень зрелости данного производственно-технологического и экономического образования, устойчивость его функционирования через саморегулирование;

- сформированы методы согласования интересов хозяйствующих субъектов на базе разработанных и адаптированных моделей с учетом уровней управления на основе теории активных систем и теории игр;

- развиты методы расчета параметров накопительных систем различного назначения для транспортной системы Южного региона, обеспечивающие снижение непроизводительных затрат в организации транспортно-технологических процессов;

- предложена методика оптимизации маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях железной дороги на базе многокритериальной оценки вариантов.

**Теоретическая и практическая значимость** работы состоит в разработке моделей и рекомендаций по совершенствованию транспортной системы Южного региона, отвечающей интересам пользователей услуг транспорта, в условиях ограниченности ресурсов и использовании разработанных предложений и мероприятий в развитии транспортной системы.

**Апробация работы.** Основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования доложены на совместных заседаниях кафедр «Управление эксплуатационной работой», «Станции и грузовая работа», «Логистика и управление транспортными системами» ФГБОУ ВО РГУПС, совместных совещаниях инициативной группы по проекту «Логистическое управление подводом грузов в порты», на всероссийских и международных

научно-практических конференциях: «Транспорт-2012, 2013, 2014», Ростов-на-Дону; «Современные аспекты транспортной логистики», Хабаровск, 2014; «Наука и образование транспорту», Самара, 2010; «Механика и трибология транспортных систем», Ростов-на-Дону, 2011, 2016; «Современное развитие науки и техники», Ростов-на-Дону, 2017; «Транспорт и логистика», Ростов-на-Дону, 2018, 2019; «Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России», Ростов-на-Дону, 2019.

**Результаты работы внедрены** в работу Ростовского филиала АО «НИИАС» (материалы по созданию Цифровой железнодорожной станции); в производство: в работу Северо-Кавказской дирекции управления движением; в учебный процесс: подготовка инженеров по специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» в ФГБОУ ВО РГУПС.

**Публикации.** Основное содержание диссертации и результаты исследования опубликованы в 23 научных работах общим объемом 21,14 п.л. (авторских – 9,82 п.л.), в том числе 6 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 учебное пособие.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 150 наименований, двух приложений. Общий объем работы 178 страниц основного текста, 46 рисунков, 28 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, определены цель и задачи исследования, предмет и объект, теоретическая и методологическая основа, научная новизна и практическая значимость исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В **первой главе «Транспортная система юга России: проблемы и перспективы развития»** дана характеристика деятельности различных видов транспорта в Южном регионе России в условиях нестабильного развития рынка транспортных услуг. Особенностью транспортной системы региона являются ее приграничное и приморское положение и высокий уровень развития каждого составляющего её вида транспорта.

Особое внимание уделено кооперации и конкуренции видов транспорта, необходимым для организации слаженной и эффективной работы всего транспортного комплекса. По результатам анализа можно сделать вывод, что наибольшая доля грузов доставляется в порты железнодорожным и трубопроводным транспортом. Имеющиеся проблемы при переходе груза с одного вида транспорта на другой выражены отставленными от движения поездами, вызывающими дополнительные эксплуатационные потери, которые несет ОАО «РЖД». Выявлены основные проблемы развития ТСЮР:

– ограниченная пропускная способность железных и автомобильных дорог;

– диспропорции в темпах и масштабах развития между видами транспорта – значительное отставание внутреннего водного транспорта и высокие темпы автомобилизации;

- транспортная разрозненность – отсутствует эффективная система координации и синхронизации различных видов транспорта;
- неравномерное развитие портов и смежной инфраструктуры: смежная железнодорожная, автомобильная, тыловая терминальная и складская инфраструктура развивается недостаточно;
- дефицит финансирования на поддержание и развитие инфраструктуры;
- нехватка инженерно-строительных технологий и компетенций.

Указанные проблемы потребовали изучения и анализа зарубежного опыта развития транспорта. Проанализированы результаты исследования Всемирного банка в области логистических возможностей стран, в котором, по Индексу эффективности логистики (ИЭЛ), Россия не поднималась выше 75-й позиции из 167, что недопустимо для роста и конкурентоспособного развития экономики и производства. Рассмотрены страны со схожими экономическими, пространственными и другими характеристиками, занимающие лидирующие позиции в указанном рейтинге: Соединенные Штаты Америки, КНР, Германия. Выполнен анализ существующей инфраструктуры, показателей работы, конфигурации, организационной структуры, темпов роста транспортных систем этих стран. Выявлены три вида моделей развития транспортной инфраструктуры (рисунок 1).

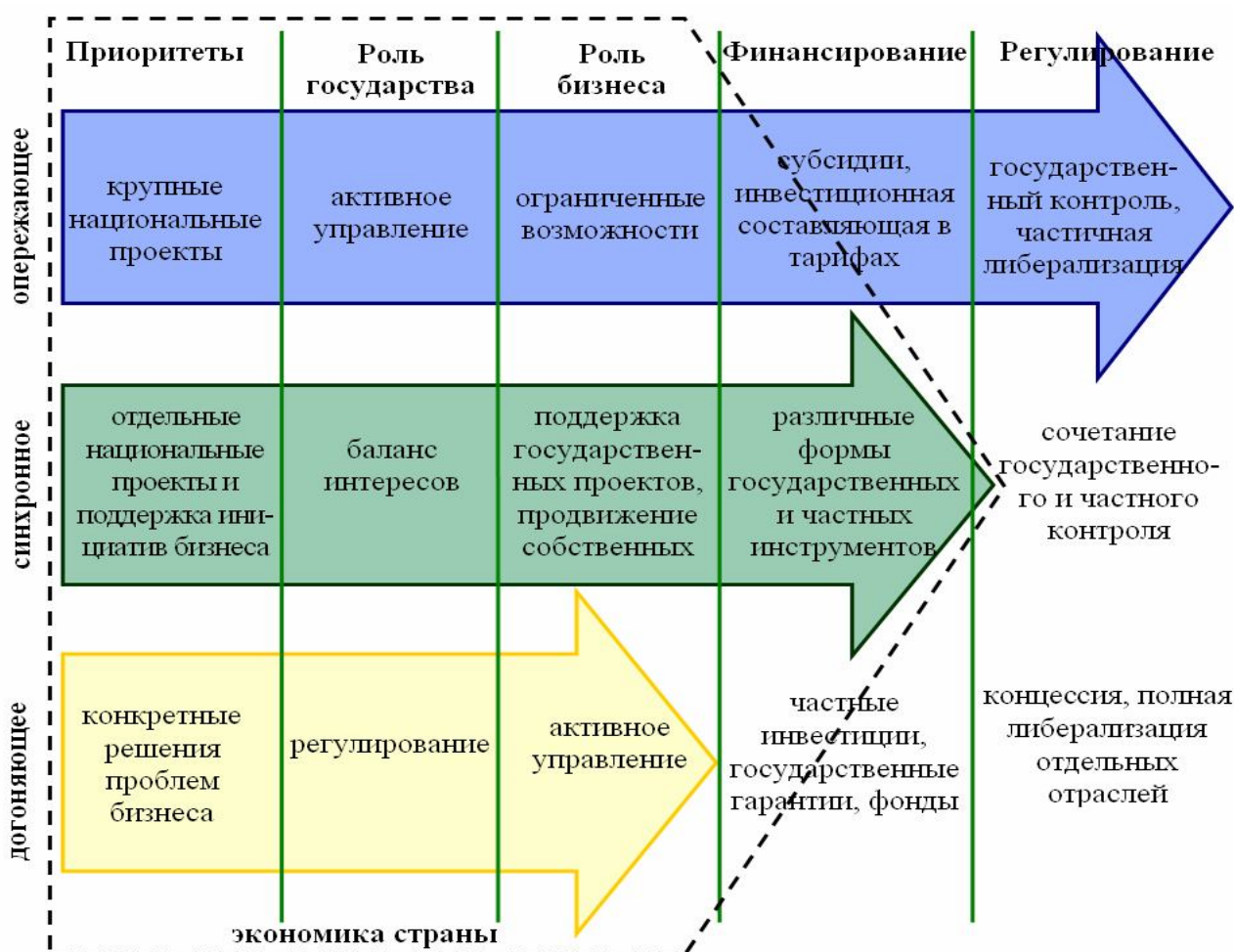


Рисунок 1. Модели и факторы развития транспортной инфраструктуры



Проведен анализ структурной реформы железнодорожного транспорта на современном этапе, в частности задач, ресурсов, основных этапов, полученных результатов, влияющих на ТСЮР и учитываемых при разработке авторской концепции исследования и управления транспортным комплексом (ТК) России и регионов.

С помощью теории систем, системного подхода выполнен анализ взаимодействия и конкуренции видов транспорта в ТСЮР на современном этапе. Транспортная система Южного региона включает все современные виды транспорта, каждый вид транспорта, транспортное предприятие в свою очередь является системой. Например, на полигоне Северо-Кавказской железной дороги функционирует более 50 подразделений: региональные дирекции управления движением, тяги, инфраструктуры, железнодорожных вокзалов, пассажирских обустройств и т. д. – структурные подразделения филиалов ОАО «РЖД»; филиалы пассажирских и грузовых компаний (Северо-Кавказский филиал АО «ФПК», Ростовские филиалы Первой грузовой компании, Федеральной грузовой компании) и другие, которые являются элементами, составляющими железнодорожную транспортную систему Южного региона. ТСЮР в целом, в свою очередь, – это элемент системы более высокого уровня – транспортной и экономической системы России и мира. В настоящее время для предприятий, представляющих различные виды транспорта в Южном регионе, характерно преобладание и усиление свойств системы.

На основе проведенного анализа сформулировано авторское видение решения сформулированных проблем (рисунок 2), представленное в общесистемном подходе, включающем комплексное использование методов анализа состояния ТСЮР, синтеза и реализации управляющих решений.

Оно состоит из:

- *методологии исследования* транспортного производства ТСЮР (принципы, механизмы, методы, модели, инструментарий принятия решений), основанной на PEST-, SWOT-анализе, ценологическом анализе, аналитических методах моделирования сложных транспортных процессов и принятия обоснованных решений;
- *математического инструментария*, включающего методы согласования интересов хозяйствующих субъектов одного и разных уровней, морфологический анализ состояния и перспектив развития ТСЮР, оптимизацию транспортных процессов на основе теории игр, методов многокритериальной оптимизации;
- *технологических решений*: оптимизация маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях железной дороги; построение морфологической модели организации перевозок на полигоне ТСЮР;
- *организационных аспектов*: полигонная организация работ, создание единых технологических процессов (ЕТП, ЕКТП, ЕТПП), представление транспортного полигона (ТП) как кластера регионального развития и техноценоза.

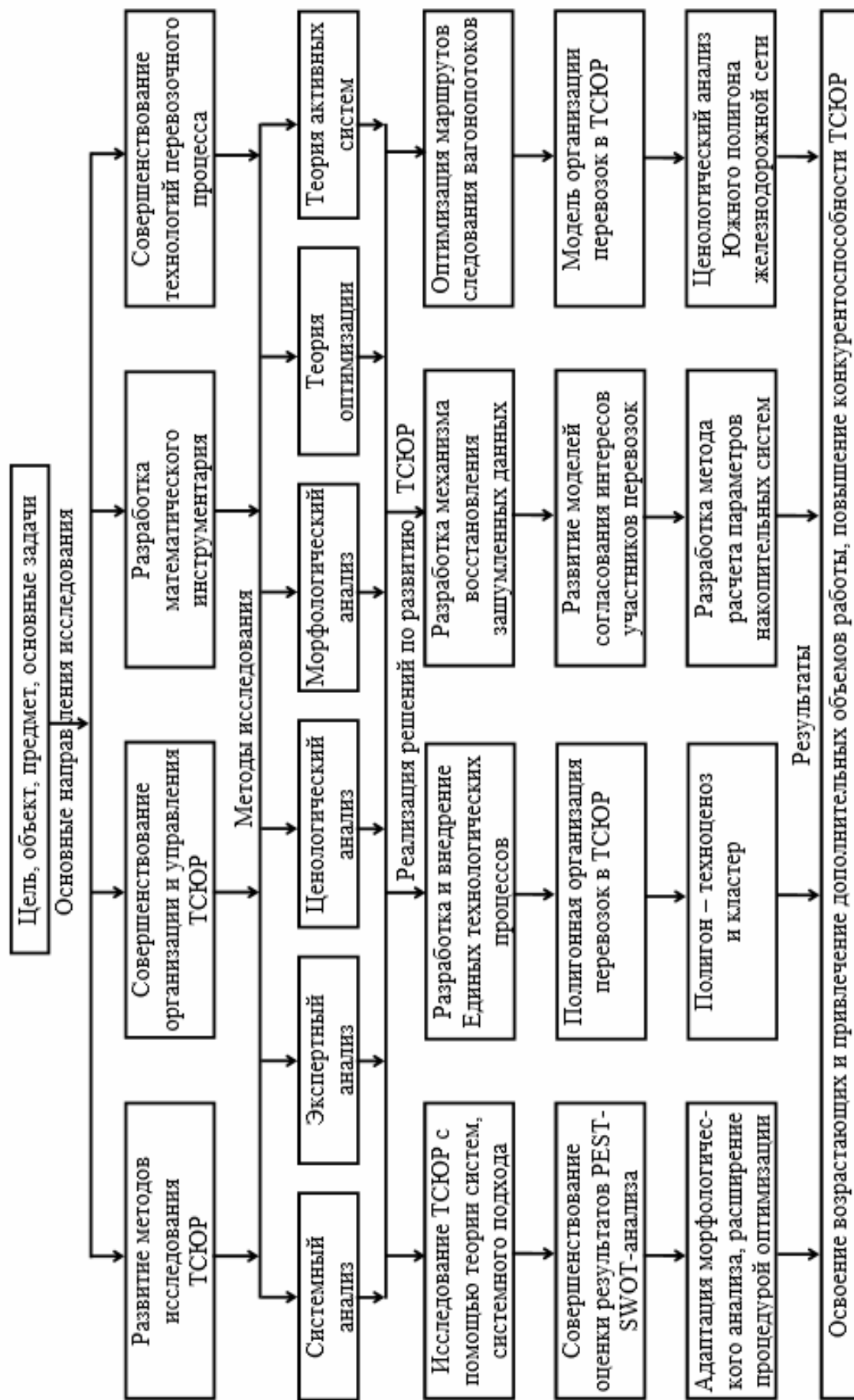


Рисунок 2. Методология и структура исследования

Во второй главе «Методы организации транспортных систем и управления перевозками» исследованы подходы и методы совершенствования систем управления перевозками. В частности, анализу подвергнуты понятие, значение, содержание и функции единых технологических процессов: ЕСТП, ЕТПП, ЕКТП, ЕТП (рисунок 3).



Рисунок 3. Области применения единых технологических процессов

Подтверждена необходимость функционирования, выявлена необходимость разработки и внедрения ряда ЕТП, ЕКТП, ЕТПП на полигоне ТСЮР, объединяющих на системной основе организационные методы решения проблем перевозочного процесса. Выводы по ЕТП, ЕКТП локализованы на примере ТСЮР (рисунок 4).

Особое внимание в разделе посвящено исследованию категории «транспортный полигон» (ТП). В существующей научной и методической литературе это понятие, как правило, раскрывается с позиции технологических проблем. Наше определение достраивается представлениями: транспортный полигон – кластер экономического развития укрупненного региона; транспортный полигон – техноценоз, естественным образом регулирующий взаимодействие субъектов экономической деятельности региона. Эти новые роли ТП переформулируют его задачи, механизмы функционирования. Если рассматривать транспортный полигон как кластер регионального развития, то у него появляются новые методы исследования (методы исследования кластеров) и механизмы функционирования. Представление ТП в виде техноценоза позволяет оценить степень развития полигона, тенденции его изменения во времени и внести коррективы при необходимости.

Моделирование транспортных процессов в новых концептуальных рамках, управление ими требуют развития методов мониторинга и анализа ТК.



В третьей главе «Инструментарий исследования и моделирования деятельности участников перевозочного процесса в регионе» проанализирован и развит инструментарий исследования транспортных полигонов. Применены и развиты технологии PEST- и SWOT-анализа, обеспечивающие переход от логико-лингвистической (экспертной) информации к аналитическим постановкам задач принятия решений, в частности, формализованы задачи формирования множества учитываемых факторов, сняты ограничения на шкалу их оценки, расширена логика интегрального оценивания экспертных мнений.

Предложено SWOT-анализ выполнять по следующей схеме:

1. Каждый задействованный эксперт оценивает факторы по удобной ему шкале  $[a_j, b_j]$  (двух-, трех-, десятизначной и др.), отражающей степень неопределенности задачи и его компетентность, т. е.  $[a'_j, b'_j]$ , где  $a'_j$  – минимальное (наихудшее) значение фактора  $j$  для эксперта  $l$ ;  $b'_j$  – максимальное (лучшее) значение фактора  $j$  для эксперта  $l$ .

2. Формирование потенциального множества учитываемых факторов можно осуществить следующим образом:

– путем опроса экспертов находятся частные наборы факторов:

$$F_j = (F_{1j}, F_{2j}, \dots, F_{mj,j}); \quad (1)$$

– объединение частных наборов, т. е.

$$F = \bigcup_{j=1}^l F_j, \quad (2)$$

дает полный набор учитываемых факторов.

3. Каждый задействованный эксперт оценивает факторы по выбранной им шкале. Далее осуществляются преобразования, масштабирующие эти оценки в единый интервал от 0 до 1 по формуле:

$$\bar{c}_{jm} = \frac{c_{jm} - a_j}{b_j - a_j}. \quad (3)$$

Данная процедура переводит разномасштабные оценки экспертов в единый интервал от 0 до 1 и делает их сопоставимыми.

4. Расчет суммарных оценок предлагается выполнять:

– по среднему арифметическому. Подход адекватен, если эксперт использует для анализа факторов логическую связку «или». При этом используется формула:

$$c_m^a = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l c_{jm}; \quad (4)$$

– по среднему геометрическому, если эксперт использует для анализа факторов логическую связку «и»:

$$c_m^g = \left( \prod_{j=1}^l c_{jm} \right)^{\frac{1}{l}}. \quad (5)$$

Следует учесть неравнозначность экспертов, для этого используем взвешенные оценки экспертов. Это предложение дает веса факторов в виде:

$$c_m^a = \frac{\sum_{j=1}^l c_{jm} \cdot \alpha_j}{\sum_{j=1}^l \alpha_j} \quad (6)$$

при среднеарифметическом взвешенном, где  $\alpha_j$  – веса экспертов.

А при среднегеометрическом взвешенном:

$$c_{mmz} = \left( \prod_{j=1}^l c_{jm}^{\alpha_j} \right)^{\frac{1}{\sum \alpha_j}}. \quad (7)$$

Обозначены роль и место математических методов в исследовании ТП, систематизированы подходы и методы к решению ключевых задач ТП.

Предложен механизм восстановления зашумленных данных о деятельности ТП, основанный на теории активных систем.

Стабильно работающее предприятие в стационарной среде обладает тем свойством, что для него существует оптимальное значение нагрузки, при котором оно получает максимальный доход, зависимость выручки от нагрузки может быть описана параболой.

Аналогичная зависимость получается и из следующих соображений: пусть цена единицы выпускаемой продукции равна  $c$ , а функция затрат  $z$  имеет вид:

$$z = dx^2. \quad (8)$$

Тогда доходность  $y$  при выпуске продукции (услуги) в объеме  $x$  будет задана соотношением:

$$y = cx - dx^2. \quad (9)$$

На основании этих зависимостей ((8) и (9)) развиты методы согласования интересов хозяйствующих субъектов (ХС) различных уровней, при применении которых отношения ХС четко регламентированы: верхний уровень управления «знает» допустимые параметры штрафных санкций за невыполнение плана (договорных обязательств), а ХС нижнего уровня «знает» границы эффективности своей работы.

Результаты анализа статистических закономерностей для Новороссийского морского торгового порта представлены на рисунке 5.

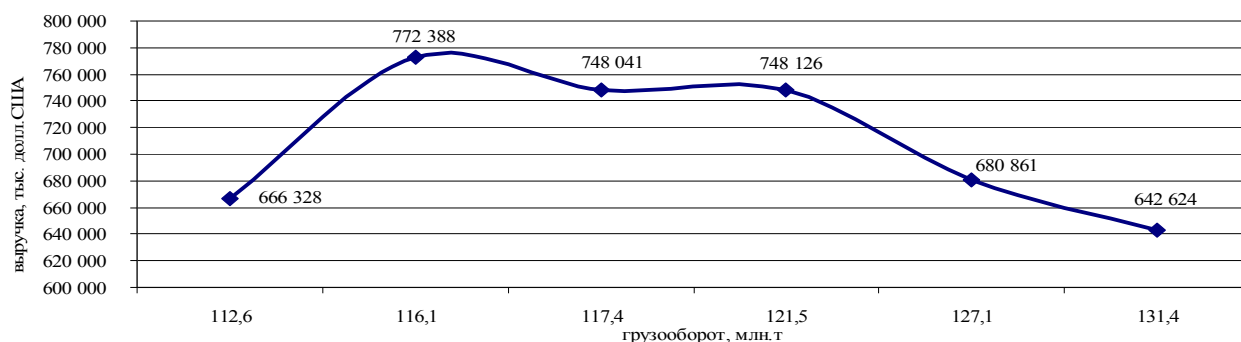


Рисунок 5. Зависимость выручки от грузооборота для Новороссийского порта

Очевидно, что они не соответствуют модельному (идеальному) виду. Обеспечение таких режимов работы, при которых выручка будет соответствовать погрузке и иметь вид параболической зависимости, можно достичь тарифной политикой, стимулирующей рост погрузки и выполнение договорных обязательств ХС.

Аналитический вид такой «скорректированной» зависимости имеет вид (10) и представлен на рисунке 6.

$$y = -1055,51x^2 + 254\,257,03x - 14\,557\,755,89. \quad (10)$$

Вычисляя производную  $dy/dx = -2111,02x + 254\,257,03$  легко получить оптимальное значение грузооборота  $x = 120,44$  млн т, и объем выручки  $y(120,44) = 753\,946$  тыс. долл. США.

Рассчитанные модели приближенно отражают состояние человеческих ресурсов, технико-технологические возможности предприятия, возможности его менеджмента (то есть потенциал предприятия), ход производственного процесса, могут послужить базисом для решения задачи согласования интересов ХС, рассмотренной ниже.

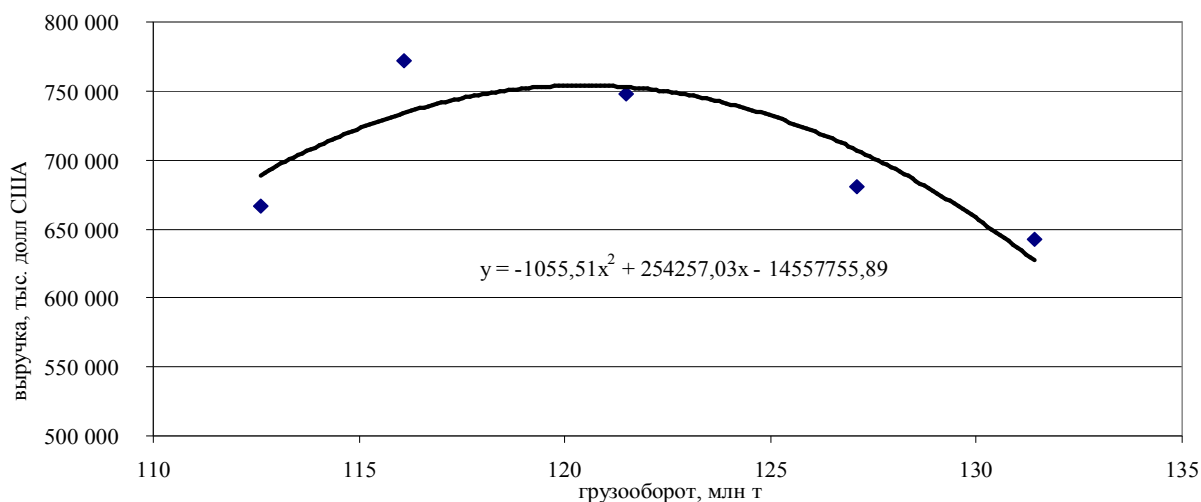


Рисунок 6. Графическая иллюстрация расчетов

В вышеприведенном случае если порт не устраивает объем, больший чем значение  $x = 120,44$  млн т, то он может не согласовать план выгрузки (перевалки). В случае если объем перевалки грузов согласован, порт будет нести ответственность, к нему предъявляются претензии (штрафные) за невыполнение согласованных норм.

Разработан механизм согласования интересов хозяйствующих субъектов разных уровней, обладающий существенной новизной (за счет снижения уровня требований к априорной информации), на примере информационно-логистического центра (ИЛЦ), действующего в рамках Единого технологического процесса (ЕКТП, ЕТПП) – верхний уровень и порта – нижний уровень.

Интерес порта заключается в максимизации прибыли  $y$ , которая достигается в точке  $x_0$  (рисунок 7). Если интересы ИЛЦ и порта не совпадают, например, для ускорения перевозочного процесса порту необходимо выполнить

работу в объеме  $x_3$ , большем чем  $x_0$ , то между интересами обозначенных участников перевозочного процесса возникает противоречие. Это случай, когда предприятие не «желает» выполнить план, так как ему необходимы дополнительные мощности, что требует дополнительных затрат, и в этом случае оно получает меньшую прибыль.

Один из возможных способов управления портом со стороны верхнего уровня управления состоит в уменьшении цены за услуги порта при невыполнении им плана. Пусть в этом случае цена равна  $c_1 = k \cdot c$ , где  $0 < k < 1$ .

Если ХС выполняет план, установленный на уровне ИЛЦ, то вознаграждение осуществляется по идентифицированной зависимости, кривая 1 на рисунке 7 (без штрафных санкций).

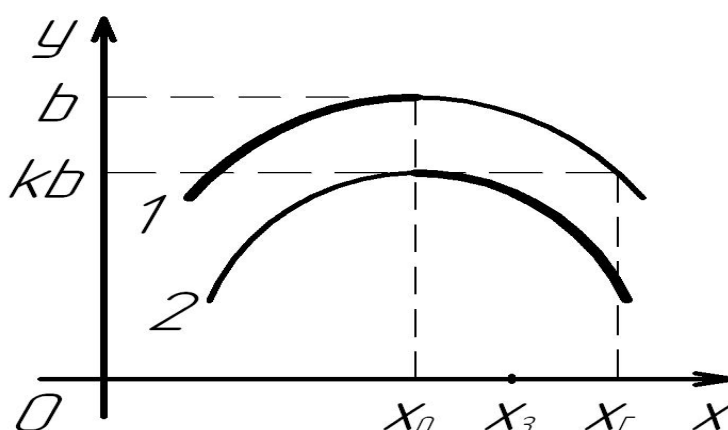


Рисунок 7. Геометрическая иллюстрация согласования интересов ХС

Для объемов работы  $[0; x_0]$  предприятию выгодно выполнять план, а при загрузке от  $x_0$  и более предприятие склонно занижать объем выполняемой работы. Если предприятие не выполняет план, на него накладываются санкции путем пропорционального снижения величины  $b$  с коэффициентом  $0 < k < 1$ . То есть при невыполнении плана предприятие работает по модели (11), кривая 2 на рисунке 7:

$$y = -m(x - a)^2 + kb. \quad (11)$$

Кривизну кривой 1, очевидно, следует сохранить и для кривой 2 из соображений, что производственный процесс в обоих случаях развивается подобно, то есть как без санкций, так и с санкциями.

Очевидно, что пока значение плана находится на промежутке  $[x_0; x_Г]$ , предприятию также выгодно выполнять план. Если верхний уровень управления назначит план, превышающий значение  $x_Г$ , то предприятию выгоднее будет реализовать продукции (товаров, услуг) в объеме  $x_0$  и получить за это выручку в размере  $kb$  (при перевыполнении плана она меньше). То есть отрезок  $[x_0; x_Г]$  – область согласованных решений рассматриваемых ХС.

Предложенные механизмы в настоящих условиях целесообразно применять в компаниях холдингового типа, как например, UCL Holding, Еврохим и другие. С развитием нормативной базы предложенные механизмы будут эффективны при взаимодействии и других типов транспортных



предприятий, в том числе взаимодействующих в рамках единых технологических процессов (ЕТП – ЕКТП – ЕТПП).

Разработана методика создания накопительных систем ТП, позволяющих сгладить неравномерности производственного процесса на ТП, который, как правило, функционирует в нестационарных условиях (различные погодноклиматические условия, неравномерный график подхода поездов, форс-мажорные обстоятельства и пр.). В силу этого в некоторые периоды времени нагрузка (на порт, станцию, участок дороги) превышает производственные возможности соответствующего предприятия – образуются очереди работ и, как следствие, простои вагонов, грузов, финансовые потери; в иные периоды, напротив, в силу разных причин потоки грузов, составов, иных работ иссякают, что ведет к простоям оборудования, людей, потерянными возможностями и средствам. Сгладить неравномерности производственного процесса на ТП можно с помощью специально созданной накопительной системы (НС). НС для ТП или его некоторой составляющей: склад, на котором можно накапливать и хранить ждущие своей отправки грузы; пути, на которых накапливаются и находятся временно отставленные от движения поезда; локомотивы и т. д. Однако обустройство НС, ее обслуживание также требует затрат.

На рисунке 8 представлены виды затрат, обусловленные созданием и функционированием НС. Суммарные потери (кривая 3) имеют минимум, достигаемый в точке  $O$ .

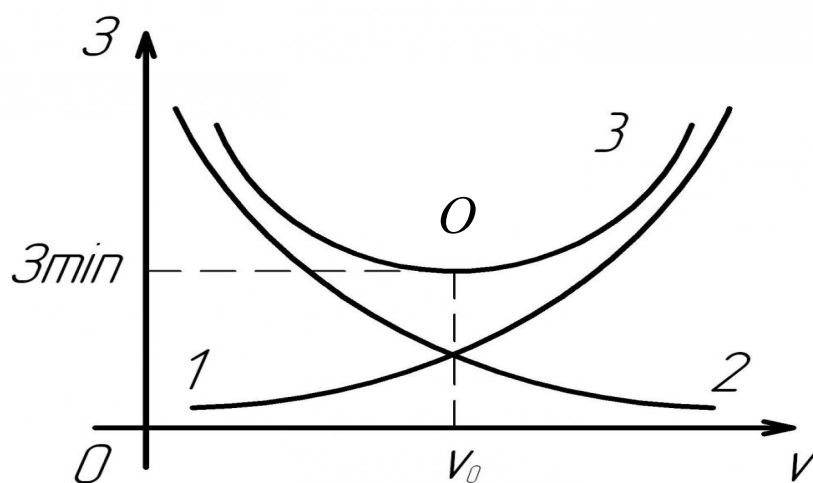


Рисунок 8. Потери, связанные с работой НС:  
1 – затраты на инфраструктуру и содержание НС;  
2 – потери от простоя грузов в пути следования

Ниже представлен один из возможных методов реализации процесса формирования оптимальной НС.

1. Определяем  $V_0$  по статистическим данным.

2. По результатам наблюдений за исследуемым объектом (ТП или некоторой его составляющей) строим гистограмму, характеризующую (в долях) нагрузку на ТП.

3. Аппроксимируем гистограмму подходящим аналитическим соотношением  $P = f(V)$ .

4. Определяем числовые характеристики полученного закона распределения: математическое ожидание (среднее значение) нагрузки  $M(V)$ , дисперсия распределения  $D(V)$ .

Определяются вероятности нагрузки НС для заданных интервалов.

Если  $M(V) = V_0$  и  $D(V)$  близка к 0, то необходимости в создании НС нет (по критерию минимума затрат). Если же поставлена задача исключить простои грузов, то созданная НС будет финансово убыточной.

Если  $M(V) > V_0$ , то НС необходима. Она позволит и сократить простои грузов, и дать экономический эффект.

Если  $M(V) < V_0$ , то это означает, что ТП имеет ресурс для увеличения грузопотока. Его мощности простаивают.

**Четвертая глава «Практическая реализация результатов исследования в транспортной системе Южного региона»** посвящена разработке практических решений и рекомендаций в организацию перевозочного процесса ТСЮР.

Выполнен SWOT-анализ по развитой в главе 3 методике. Сформулированы сильные и слабые стороны, возможности и угрозы ТСЮР, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Анализ внутренней и внешней среды ТСЮР методом SWOT-анализа

<b>Сильные стороны (Strengths)</b>	<b>Слабые стороны (Weaknesses)</b>
S 1. Наличие в регионе всех видов транспорта. S 2. Высокий уровень развития видов транспорта. S 3. Глубоководность и наличие достаточного причального фронта в портах Черного моря. S 4. Круглогодичный режим работы портов. S 5. Конкуренспособная логистика из основных производственных и сырьевых регионов. S 6. В конкуренции с зарубежными портами – возможность доставки грузов без пересечения границы. S 7. Наличие базы подготовки высококвалифицированных специалистов. S 8. Многолетний опыт работы.	W1. Недостаточное развитие ж.-д. и автоподходов к портам. W2. Ограниченность портов городской застройкой. W3. Большое количество и преимущественный пропуск пассажирских поездов в летний период. W4. Функционирование портов в курортных районах. W5. Маловодность Волги и Дона в последние годы. W6. Погодные условия. W7. Необходимость перелома веса грузовых поездов. W8. Отсутствие инновационной перегрузочной техники и технологий, эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса.
<b>Возможности (Opportunities)</b>	<b>Угрозы (Threats)</b>
О 1. Нарращивание объемов перевозок. О 2. Привлечение дополнительных грузопотоков с альтернативных маршрутов. О 3. Интенсификация развития региона. О 4. Увеличение скорости доставки. О 5. Снижение транспортных издержек. О 6. Повышение эффективности и надежности перевозок.	Т 1. Конкуренция со стороны портов Балтийского и Северного бассейнов. Т 2. Низкий фрахт из Балтийского и Северного бассейнов в порты Средиземноморья. Т 3. Перепроизводство и профицит на мировых и региональных рынках. Т 4. Увеличение отправок в восточном направлении. Т 5. Высокая загрузка ж.-д. инфраструктуры. Т 6. Смешанное движение пассажирских и грузовых поездов.

Получено с помощью экспертного метода «проблемное поле», включающее относительно независимые друг от друга мероприятия (таблица 2).

Таблица 2. Проблемные поля ТСЮР

		Сильные стороны S							Слабые стороны W							
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
Возможности О	O1	Привлечение инвестиции и развитие инфраструктуры							Применение и развитие полигонных технологий	Создание накопительной системы	Специализация ж.д. линий по видам движения.	Создание новых специализированных мощностей на мало задействованных территориях	Строительство гидроузлов	Применение локомотивов новых серий, развитие тяжеловесного движения	Развитие инструментов и методов эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса	
	O2															
	O3	Комплексное развитие инфраструктуры, техники, технологий, форм организации перевозочного процесса														
	O4															
	O5	Цифровизация, интеллектуализация, развитие систем поддержки принятия решений и безлюдных технологий														
	O6															
Угрозы Т	T1	Применение конкурентоспособных тарифов на перевалку														
	T2															
	T3	Государственное субсидирование перевозок отдельных категорий грузов														
	T4															
	T5	Применение понижающих коэффициентов к тарифам														
	T6															
		Более интенсивное использование других видов транспорта														

В результате оценки проблемных полей необходима первоочередная реализация следующих мероприятий:

1. Привлечение инвестиций и развитие инфраструктуры.
2. Комплексное развитие инфраструктуры, техники, технологий, форм организации перевозочного процесса.
3. Цифровизация, интеллектуализация, развитие систем поддержки принятия решений и безлюдных технологий.
4. Создание новых специализированных мощностей на мало задействованных территориях.
5. Применение и развитие полигонных технологий.
6. Развитие инструментов и методов эффективного взаимодействия участников перевозочного процесса, внедрение их в работу ТСЮР.
7. Специализация железнодорожных линий по видам движения.

Выполнен расчет техноценозов на полигоне ТСЮР по предложенной в главе 2 методике. На первом этапе построения ценоза – сбора и обобщения исходных данных – получены реальные данные о количестве функционирующих на полигонах Северо-Кавказской (СКЖД), Юго-Восточной (ЮВЖД) и Приволжской (ПривЖД) железных дорог станций различных типов: промежуточных, грузовых, разъездов, участковых, пассажирских, обгонных пунктов, сортировочных. С точки зрения управления подводом экспортных грузов к портам ТСЮР в состав Южного полигона целесообразно включить полигоны трех указанных дорог. Большое количество грузовых станций на полигоне СКЖД объясняется припортовым положением дороги, большим объемом выгрузочной работы по сравнению со смежными транзитными

дорогами. Различия в количестве разъездов, участковых станций объясняются различной топологией сети рассмотренных железных дорог.

На втором этапе выполнена аппроксимация зависимости с помощью имеющихся в свободном доступе программных средств (рисунок 9). Параметром техноценоза в данном исследовании является количество станций различных видов.

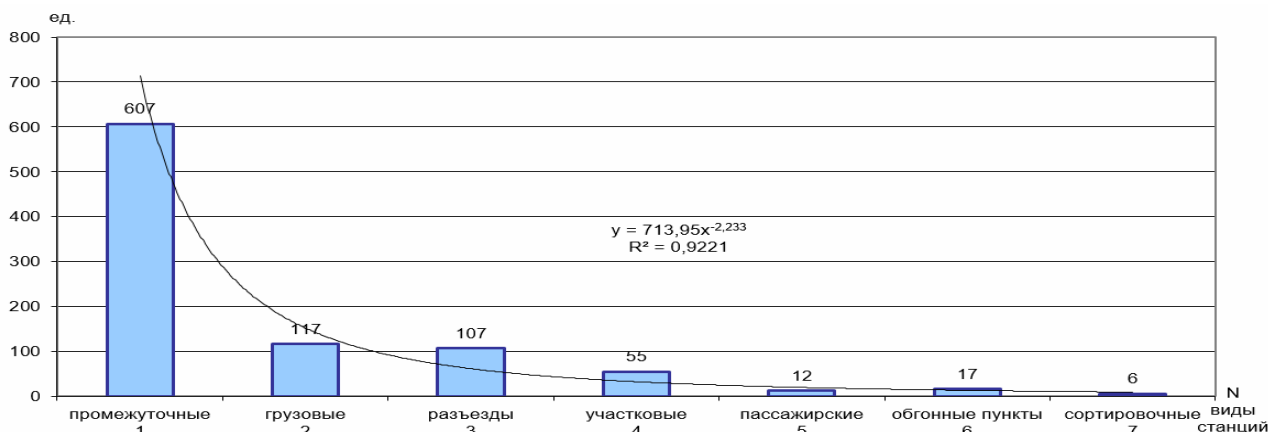


Рисунок 9. Аппроксимация степенной функцией количества станций на полигоне трех дорог

Оценка точности аппроксимации показала удовлетворительные результаты по всем моделям. Причем параметр ценоза больше всего отличается от оптимального у модели, описывающей СКЖД, это значит, что стационарного хозяйства дороги недостаточно для устойчивого, надежного и эффективного подвода экспортных грузов в порты. У зависимости, описывающей объединенный полигон трех дорог, параметр ценоза ближе к оптимальному, значит, полигонная структура более устойчива и эффективна.

С помощью инструментов морфологического анализа, дополненной процедурой оптимизации, рассмотрена задача организации движения на грузонапряженных направлениях железных дорог ТСЮР (таблица 3).

Таблица 3. Фрагмент морфологической матрицы организации движения на грузонапряженных направлениях

Элементы морфологических блоков	Морфологические блоки	
$P_1^1, P_1^2$	$P_1$	Техническое развитие железнодорожного направления
$P_2^1, P_2^2, P_2^3$	$P_2$	Наличие пассажирского движения на рассматриваемом направлении
$P_3^1, P_3^2$	$P_3$	Технология организации движения поездов
$P_4^1, P_4^2, P_4^3$	$P_4$	Грузонапряженность железнодорожного направления

Наиболее предпочтительными вариантами организации движения являются: движение поездов на двухпутных (многопутных) электрифицированных участках железных дорог; движение поездов

кружностью, по менее загруженным участкам; специализация железнодорожных направлений для грузового и пассажирского движения; организация движения тяжеловесных, длинносоставных поездов.

Предложена методика оптимизация маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях полигона. Выработка и реализация управляющих решений по предложенной методике позволят пропускать планируемый вагонопоток в условиях инфраструктурных ограничений, форс-мажорных обстоятельств на полигоне ТСЮР, повысить эффективность использования подвижного состава, достичь выполнения производственных и финансовых показателей.

Эффективность от реализации разработанных механизмов может быть выражена в снижении эксплуатационных т-км на полигоне СКЖД и смежных дорог, что приведет к уменьшению эксплуатационных расходов ОАО «РЖД» на 79,1 млн руб., в том числе СКЖД на 29,5 млн руб.

По диссертации можно сделать следующие **выводы**:

1. Выполнен анализ развития транспортной системы Южного региона, охватывающий характеристику деятельности различных видов транспорта в условиях нестабильного развития рынка транспортных услуг, который позволил выявить основные особенности и проблемы. На основе проведенного анализа сформулировано авторское видение решения сформулированных проблем.

2. Исследованы подходы и методы совершенствования систем управления перевозками. Подтверждена необходимость функционирования, выявлена необходимость разработки и внедрения ряда ЕТП и ЕКТП, ЕТПП на полигоне ТСЮР, объединяющих на системной основе организационные методы решения проблем перевозочного процесса.

Особое внимание в разделе посвящено исследованию категории «транспортный полигон». Определение, сформулированное автором настоящего исследования, достраивается рядом представлений: транспортный полигон – кластер экономического развития укрупненного региона, транспортный полигон – техноценоз, естественным образом регулирующий взаимодействие субъектов экономической деятельности региона.

3. Развита процедура математического анализа результатов применения PEST-, SWOT-технологий, обеспечивающая переход от логико-лингвистической (экспертной) информации к аналитическим постановкам задач принятия решений. Схема морфологического анализа адаптирована к решению задачи ресурсоориентированного развития ТСЮР и расширена процедурой оптимизации. Разработан механизм согласования интересов ХС разных уровней, обладающий существенной новизной (за счет снижения уровня требований к априорной информации); игровая модель учета конкурентных интересов хозяйствующих субъектов одного уровня адаптирована к решению проблем ТСЮР. Разработана методика создания накопительных систем ТП, позволяющих сгладить неравномерности производственного процесса на ТП.

4. Выполнен SWOT-анализ развития ТСЮР экспертами различных ведомств, который позволил сформулировать приоритетные направления

развития. Выполнен ценологический анализ Южного полигона железнодорожной сети, результаты которого позволяют сделать вывод о более эффективном функционировании объединенного полигона.

Построена морфологическая модель организации перевозок в ТСЮР. По критериям себестоимости перевозки и технологического времени перевозки экспертным методом получены наиболее предпочтительные варианты организации движения на грузонапряженных направлениях ТСЮР.

Предложена методика исследования возможности направления поездов кружностью.

#### **Рекомендации и перспективы дальнейших исследований по теме.**

Выполненные в диссертационной работе теоретические и методические исследования могут послужить научной основой для разработки технико-экономических ценозов транспортных предприятий, расчета оптимальных организационных транспортных структур, основой для разработки цифровых технологий и сервисов.

**Основное содержание диссертационного исследования отражено в следующих публикациях:**

#### **Научные статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК**

1. Колесников, М.В. Математическое обеспечение когнитивных транспортных систем / М.В. Колесников, М.В. Бакалов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2019. – № 9. – С. 42–44.

2. Мамаев, Э.А. Формирование внутренней и внешней среды транспортной системы южного региона / Э.А. Мамаев, М.В. Колесников, М.В. Бакалов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 3(75). – С. 118–127.

3. Лябах, Н.Н. Моделирование деятельности транспортных предприятий / Н.Н. Лябах, М.В. Колесников, М.В. Бакалов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 1(69). – С. 72–77.

4. Черняев, А.Г. На основе развития инфраструктуры и полигонных технологий / А.Г. Черняев, В.Н. Зубков, М.В. Бакалов // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 9. – С. 32–37.

5. О целесообразности специализации основных направлений Северо-Кавказской железной дороги преимущественно для пассажирских или грузовых перевозок / А.Г. Черняев, В.Н. Шаманаев, В.Н. Зубков, М.В. Бакалов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2016. – № 9. – С. 46–53.

6. Зубков, В.Н. Оптимизация маршрутов следования вагонопотоков на грузонапряженных направлениях железной дороги с целью сокращения эксплуатационных расходов / В.Н. Зубков, М.В. Бакалов // Научное обозрение. – 2014. – № 8. – С. 496–501.

#### **Научные публикации в других изданиях**

7. Бакалов, М.В. Морфологическая модель организации перевозочного процесса в Южном регионе / М.В. Бакалов // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. «ТрансПромЭк-2019, 90-летию РГУПС

посвящается» / РГУПС. – Ростов н/Д, 2019. – Т. 2: Технические, экономические, естественные и гуманитарные науки. – С. 20–23.

8. Бакалов, М.В. Развитие транспортной инфраструктуры за рубежом: основные тренды / М.В. Бакалов // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. «Транспорт-2019» : в 5 т. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2019. – Т. 1: Технические науки. – С. 20–24.

9. Бакалов, М.В. Системный подход к вопросу взаимодействия и конкуренции в региональной транспортной системе / М.В. Бакалов // Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике : сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2019. – С. 36–39.

10. Колесников, М.В. Анализ функционирования транспортной системы Южного региона / М.В. Колесников, М.В. Бакалов // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление : сб. науч. тр. II Междунар. науч.-практ. конф. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2018. – С. 42–45.

11. Бакалов, М.В. Методические основы и механизмы развития транспортных полигонов : учеб. пособие / М.В. Бакалов, В.Н. Зубков, А.Г. Черняев ; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д : [б. и.], 2017. – 80 с.

12. Бакалов, М.В. Опыт развития транспортной инфраструктуры за рубежом / М.В. Бакалов // Современное развитие науки и техники : сб. науч. тр. Всерос. нац. науч.-практ. конф. «Наука-2017». – Ростов н/Д, 2017. – Т. 2: Технические, экономические, гуманитарные и юридические науки. – С. 95–98.

13. Колесников, М.В. Формирование эффективной и конкурентоспособной деятельности транспортных систем / М.В. Колесников, М.В. Бакалов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2015. – № 5 (спецвыпуск). – С. 37–40.

14. Бакалов, М.В. Перспективы развития конкуренции и кооперации различных видов транспорта / М.В. Бакалов, Ю.А. Федорова // Транспорт-2014 : тр. междунар. науч.-практ. конф., апрель 2014 г. : в 4 ч. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2014. – Ч. 1: Технические и экономические науки. – С. 20–22.

15. Бакалов, М.В. Совершенствование системы управления перевозками экспортных грузов на базе создания единого комплексного технологического процесса работы Новороссийского транспортного узла и портов Таманского полуострова / М.В. Бакалов // Транспорт-2014 : тр. междунар. науч.-практ. конф., апрель 2014 г. : в 4 ч. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2014. – Ч. 1: Технические и экономические науки. – С. 17–19.

16. Бакалов, М.В. Развитие пропускных способностей железнодорожных подходов к Новороссийскому транспортному узлу и портам Таманского полуострова / М.В. Бакалов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2014. – № 2(27). – С. 14–18.

17. Зубков, В.Н. Повышение участковой скорости, как мера эффективного использования инфраструктуры / В.Н. Зубков, М.В. Бакалов // Современные аспекты транспортной логистики : сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВПО ХабГУПС. – Хабаровск, 2014. – С. 70–75.

18. Бакалов, М.В. Принципы организации работы информационно-логистического центра Новороссийского транспортного узла и портов Таманского полуострова / М.В. Бакалов // Транспорт-2013 : тр. междунар. науч.-практ. конф. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2013. – Ч. 1: Технические и экономические науки. – С. 42–43.

19. Бакалов, М.В. Ресурсоориентированное развитие железнодорожных подходов к транспортным узлам / М.В. Бакалов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2012. – № 3(21). – С. 14–20.

20. Бакалов, М.В. Создание внутренних терминалов – путь повышения конкурентоспособности российских железных дорог / М.В. Бакалов // Транспорт-2012 : тр. Всерос. науч.-практ. конф., апрель 2012 г. : в 3 ч. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2012. – Ч. 1: Естественные и технические науки. – С. 261–262.

21. Бакалов, М.В. Инновационное развитие системы управления смешанными перевозками через транспортные коридоры Южного региона / М.В. Бакалов // Механика и трибология транспортных систем : сб. докл. Междунар. науч. конф. «МехТрибоТранс-2011», 9–11 ноября 2011 г. / РГУПС. – Ростов н/Д, 2011. – С. 75–77.

22. Бакалов, М.В. Структурная реформа железнодорожного транспорта: состояние, проблемы, перспективы / М.В. Бакалов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2011. – № 2(16). – С. 20–24.

23. Бакалов, М.В. Разработка системы управления логистическими цепями в транспортных коридорах России / М.В. Бакалов, А.В. Маслов // Наука и образование транспорту : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Самара : СамГУПС, 2010. – С. 39–40.

**Личный вклад соискателя.** Основные положения и результаты исследований получены автором самостоятельно. Статьи [7–9, 12, 15, 16, 18–22] подготовлены единолично. Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве: [1–6, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 23] – разработка моделей и алгоритмов реализации, проведение расчетов и обобщение полученных результатов.

**Бакалов Максим Владимирович**

## **РЕСУРСООРИЕНТИРОВАННОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЮЖНОГО РЕГИОНА**

Подписано в печать \_\_. \_\_. \_\_. Формат бумаги 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.

Тираж 100 экз. Заказ № .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

---

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2.